Р
В863

ГЛАВСЕВМОРПУТЬ СНК СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ АРКТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ТРУДЫ, ТОМ 83

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕДИЦИИ НА „СЕДОВЕ“ В 1934 ГОДУ

ВЫПУСК 2

И. А. КИРЕЕВ, П. Е. ФЕДУЛОВ, Б. П. БРУНС, П. Г. ЛОБЗА

ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЛАВСЕВМОРПУТИ · ЛЕНИНГРАД · 1937

151169

С 91(98) | 151169
В 895
Р
Научные результаты экспедиции на „Седове" в 1934 году. Вып. 2
16/III 61. | Сог | | 5 р.
6.10.66. | | | 1
7 VIII 78 | ку. | | 1043
Анисорасева
Р

С

ГЛАВСЕВМОРПУТЬ СНК СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ АРКТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ТРУДЫ, ТОМ 83

С91(98)
В853

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕДИЦИИ НА „СЕДОВЕ“ В 1934 ГОДУ

+ Загл

ВЫПУСК 2

И. А. КИРЕЕВ, П. Е. ФЕДУЛОВ, Б. П. БРУНС, П. Г. ЛОБЗА

Под общей редакцией проф. Р. Л. САМОЙЛОВИЧА

1995

1943

Кабинет Севера
Обл Библиотеки
им. А. Н. Добролюбова

1955

1966 г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЛАВСЕВМОРПУТИ · ЛЕНИНГРАД · 1937

Р

8277к.

151169.

CHIEF ADMINISTRATION OF THE NORTHERN SEA ROUTE
THE ARCTIC INSTITUTE OF THE USSR

91(98)+557
С284

VOLUME 83

THE SCIENTIFICAL RESULTS OF THE EXPEDITION ON „SEDOV“ IN 1934

PART 2

I. A. KIREEV, P. E. FEDULOV, B. P. BRUNS, P. G. LOBSA

Edited by Prof. Dr. R. L. SAMOILOVICH

2002

LENINGRAD • 1937

Нейтрализация
2010 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	5
И. А. Киреев. Общее описание работ гидрографической группы	7
П. Е. Федулов. Магнитные наблюдения	21
И. А. Киреев. Изучение рельефа дна Карского моря	35
Б. П. Брунс. Наблюдения над процессами образования и таяния морского льда	75
П. Г. Лобза. Щелочность воды северо-восточной части Карского моря	99
П. Г. Лобза. Солевой состав вод Карского моря	103

CONTENTS

Preface	5
I. A. Kireyev. General description of the works of Hydrographical Section	7
P. E. Fedulov. Magnetical observations	21
I. A. Kireyev. Study of the relief of the Kara Sea bottom	35
B. P. Bruns. Observations on the process of formation and melting of sea-ice.	75
P. G. Lobsa. Alkolescence of waters of the north-eastern part of the Kara Sea.	99
P. G. Lobsa. Salinity of the water in the Kara Sea	103

Кабинет Севера
Обл Библиотеки
им. А. Н. Добролюбова

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1934 г. экспедиция на л/п «Седов» под начальством проф. Р. Л. Самойловича произвела в Карском море ценные комплексные работы, касающиеся, главным образом, северной части Карского моря.

Экспедиция, несмотря на тяжелые ледовые условия, собрала большой материал по гидрологии, метеорологии, гидробиологии, грунтам и льдам Карского моря, произвела ценные работы в области гидрографии и магнитологии и определила ряд астрономических пунктов на островах, расположенных в море.

Большое количество собранного экспедицией материала потребовало довольно значительного времени для того, чтобы обработать данный материал, это же обстоятельство не позволило выпустить в одном сборнике все материалы экспедиции 1934 г. на л/п «Седов». В томе LXIV «Трудов Всесоюзного Арктического института», который уже вышел в свет, помещены результаты гидрологического исследования. Авторы этого тома Л. Л. Балакшин и А. Ф. Лактионов очень подробно изложили методику исследовательских работ, а также довольно тщательно использовали материалы экспедиции для освещения северной части Карского моря. В этом же томе помещены все материалы по температуре, солености и течениям.

Настоящий том состоит из следующих работ:

1) И. А. Киреев, «Общее описание работ гидрографической группы».

2) И. А. Киреев, «Изучение рельефа дна Карского моря».

В этих работах автор излагает методику работ астрономических и магнитных наблюдений и топографической съемки и говорит о морском промере и об организации навигационной службы. Автор сообщает заслуживающий большого внимания целый ряд методических данных, которые впервые освещаются в печати и являются ценным вкладом при производстве дальнейших исследовательских работ в Советской Арктике. Особого внимания для мореплавателей заслуживают исследования в области определения местоположения корабля.

Здесь же помещены результаты астрономических и топографических работ и весь каталог глубин, измеренных «Седовым» в 1934 г.

3) П. Е. Федулов, «Магнитные наблюдения».

В статье сообщаются новые данные магнитных определений, произведенных в Карском море, и условия работы.

4) Б. П. Брунс, «Наблюдения над процессами образования и таяния льда».

Хотя в этой работе и нет выводов, которые хотелось бы иметь по затронутым вопросам, но и те данные, которые автор излагает, при на-

коплении еще большего материала послужат ценным вкладом при дальнейшей разработке этого вопроса.

5) П. Г. Лобза, «Щелочность воды северо-восточной части Карского моря».

На основе данных щелочности воды автор дает обоснование целого ряда гидрологических явлений в море.

6) П. Г. Лобза, «Солевой состав вод Карского моря».

В статье изложена методика определения компонентов и даны результаты полных анализов проб воды, взятых из разных мест преимущественно южной и юго-восточной частей Карского моря. Результаты анализов представляют существенный интерес для уяснения химической природы вод Карского моря в зоне материкового стока.

Публикуемые работы представляют большой научный и практический интерес и печатаются впервые, но не являются исчерпывающими. -

В ближайшее время будут закончены камеральные работы по гидробиологии и грунтам Карского моря.

Редакция

ТРУДЫ АРКТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ТОМ 83. ЛЕНИНГРАД. 1937. СТР. 7—19
TRANSACTIONS OF THE ARCTIC INSTITUTE
VOL. 83. LENINGRAD. 1937. PP. 7—19

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ РАБОТ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

И. А. КИРЕЕВ

В организованной в 1934 г. совместно с Арктическим институтом экспедиции в северо-восточной части Карского моря на л/п «Седов», под начальством проф. Р. Л. Самойловича, со стороны Гидрографического управления Главсевморпути участвовали астроном Б. А. Орлов, магнитолог П. Е. Федулов, гидрографы А. Э. Розенталь и А. А. Браун (морской промер и навигационная служба), И. А. Киреев (навигатор), техники-гидрографы А. И. Блохин и Ю. Н. Дерюгин (топографическая съемка), Л. К. Журавский и А. С. Шидловский (морской промер и навигационная служба) и три студента-стажера П. А. Геворкянц, Б. Я. Епифанов и Г. А. Кобылин.

Итоги морской описи Карского моря выразились в определении двух астрономических пунктов и элементов земного магнетизма в 14 точках, в измерении 1006 морских глубин, в производстве топографической съемки о. Визе и о. Уединения и в постройке навигационных знаков на тех же островах.

I. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ Б. А. ОРЛОВА

Условия наблюдений

Приводим наиболее существенные подробности астрономических наблюдений, произведенных Б. А. Орловым.

Прежде всего надо заметить, что объектом наблюдений во всех случаях служило солнце. Известно, что промежуток времени от конца июля до середины сентября является наиболее благоприятным периодом для океанографических исследований в северной части Карского моря, но вместе с тем этот период и наименее выгоден для точных астрономических наблюдений, так как облачность и туманы являются почти постоянными спутниками экспедиций. Конечно, бывают периоды прояснения, и если астроном высажен на берег на долгий срок, то рано или поздно ему может представиться случай наблюдать звезды и получить удовлетворительные, с геодезической точки зрения, координаты. Но обычно экспедиционный астроном высаживается лишь на самый ограниченный срок, и ему остается наблюдать только солнце.

Нет надобности повторять здесь все то, что неоднократно писалось и говорилось о трудностях ведения счисления в Арктике. Очевидно,

что если какой-либо экспедиции удалось подойти к тому или иному острову, расположенному в открытой и мало посещаемой части моря, то все средства хороши для того, чтобы закрепить галс. Именно эта необходимость во что бы то ни стало облегчить задачу навигаторов и определить хотя бы приближенные координаты нередко заставляет астронома производить наблюдения при явно невыгодных условиях, например при больших зенитных расстояниях или в моменты случайных прояснений, когда солнце просвечивает сквозь облака, т. е. при условиях, когда таблицы рефракции становятся ненадежными.

В конечном итоге, как показал опыт нескольких экспедиций, совершенных в последние годы в северной части Карского моря, все астрономические пункты, определенные по солнцу, представляют скорее навигационную, а не геодезическую основу, т. е. по точности они удовлетворяют требованиям, которые предъявляются со стороны навигации, но не удовлетворяют общепринятым оценкам точности астрономических работ. Конечно, это обстоятельство не может служить поводом для отказа от астрономических наблюдений универсальным инструментом по солнцу. Очевидно, что когда-либо в недалеком будущем, в интересах государственной картографии, координаты подобных пунктов, которые лишь условно можно считать астрономическими пунктами, будут переопределены, а в данный момент они в значительной мере помогли уточнить навигационные карты.[1]

Техническое снаряжение

Наблюдения производились универсальным инструментом с ломаной трубой фирмы Керн № 115, принадлежащим Всесоюзному Арктическому институту. При наблюдениях применялось увеличение трубы 30. Вертикальный и горизонтальный круги отсчитывались при помощи верньеров с точностью до 10″.

Цена деления алидадного уровня: 9″,92±0″,05
„ „ накладного „ : 2″,87

Изображенная здесь сетка нитей (рис. 1), состоящая из шести горизонтальных нитей (из них две средние сближены) и из двух сближенных вертикальных нитей, удобна для пуантирования слабых звезд, но неудобна при наведении на солнце, так как трудно избежать ошибки при установке края солнца на середину расстояния между сближенными нитями (несимметричность объекта наблюдения по отношению к квадрату, очерчивающему крест нитей). Если же пользоваться боковыми нитями, то после перекладки можно сделать промах (перепутать нити). При своей точности этот универсал слишком громоздок; для его переноски при экспедиционных работах требуется не менее двух человек.

Имевшийся в распоряжении астронома средний хронометр фирмы Brockhank & Atkins № 2397 был весьма невысокого качества; колебания его суточного хода, выведенные на основании 86 приемов ритмиче-

[1] Повторяем, что здесь говорится об открытой части Карского моря, вернее — о расположенных в этой части моря островах. Наоборот, на Новой Земле, на Таймырском побережье, в шхерах, в проливе Б. Вилькицкого и на Северной Земле, т. е. там, где имеются все возможности для производства точных топографо-геодезических работ, не должно существовать никакого иного, кроме самого строгого, подхода к организации астрономических работ.

ских сигналов времени, достигали $\pm 0,^s 6$.[1] Впрочем, при наблюдениях солнца это обстоятельство не имело особого значения.

Для сличений и для общей ориентировки служил средний четыредесятник фирмы Dent.

Регенеративный приемник, построенный по схеме «ОВ-2», имел одну детекторную лампу и две лампы усиления низкой частоты. Для питания служили кислотные аккумуляторные батареи.

При перевозке на нартах приемник дважды выходил из строя, так как для экспедиционных работ он оказался смонтированным недостаточно прочно.

Универсальный инструмент был выдан со склада Арктического института лишь за сутки до выезда астронома в Архангельск, вследствие чего удалось только определить цены делений уровней.[2] Не было времени и для вывода личной разности; впрочем астроном и не видел в этом особой надобности, коль скоро было известно, что, по всей вероятности, придется наблюдать солнце, т. е. определять координаты пониженной точности.

Астрономический пункт на острове Визе

Наблюдения. 9 августа «Седов» стал на ледовый якорь у припая в 4 милях на 270° от юго-западной оконечности о. Визе.

В тот же день астроном совместно с магнитологом и с прочими участниками береговых работ высадился на берег, где вплоть до 16 августа производились топографические работы. 10, 12 и 16 августа сквозь облака и туман урывками удалось произвести лишь незначительное число наблюдений и при этом в двух точках. Первоначально, 10 августа, инструмент был установлен в расстоянии около 20 м к югу от поставленного в последующие дни навигационного знака. Здесь, впервые после получения инструмента в Ленинграде, была произведена тщательная его регулировка и измерено было 16 зенитных расстояний солнца. Когда выяснилось, что солнце, появляющееся на несколько секунд, скрывается в облаках прежде, чем наблюдатель успеет подойти к инструменту из лагеря, расположенного от него в расстоянии 266 м, астроном перенес инструмент к лагерю, где и производились все последующие наблюдения.

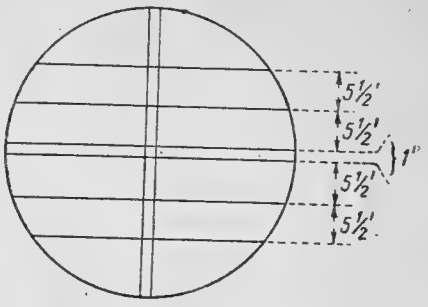


Рис. 1. Сетка астрономического прибора фирмы Керн.

12 августа удалось произвести лишь неполные азимутальные наблюдения на конец базиса для топографической съемки и на астрономический столб, установленный на месте наблюдений 10 августа.

Наблюдения 16 августа производились при крайне неблагоприятных условиях: стоял густой туман, видимость была не более 100—120 м, инструмент был покрыт водой, постоянно приходилось обтирать окуляр, объектив, круги и лупы. Солнце наблюдалось попеременно с защитным

---

[1] Служба времени на «Седове» в течение всего экспедиционного периода находилась в ведении Б. А. Орлова.

[2] Эта работа была выполнена в астрономической обсерватории Ленинградского государственного университета студенткой А. В. Ершовой.

темным стеклом и без него, причем в некоторых случаях приходилось либо после наблюдений, сделанных при одном положении круга со стеклом, переходить к наблюдениям при другом положении круга, но уже без стекла, либо вставлять защитное стекло в процессе наблюдений при каком-либо одном положении круга. Один прием при обработке пришлось отбросить, так как после первого из отсчетов при круге лево, когда было вставлено защитное стекло, произошел скачок в зенитном расстоянии; повидимому, изображение солнца было преломлено водяной пленкой, которая образовалась на стекле.

Закрепить на местности азимут не удалось, так как навигационный знак, установленный лишь 15 августа, при наблюдениях 16 августа был скрыт туманом. Пришлось удовлетвориться лишь рабочим азимутом, послужившим для ориентировки топографической съемки.

Астрономический пункт на острове Уединения

Наблюдения. Береговые работы на о. Уединения продолжались с 30 августа по 2 сентября, но астрономические наблюдения удалось произвести лишь 31 августа и 2 сентября. В последний день, 2 сентября, было измерено 94 зенитных расстояния солнца, два из них при обработке были исключены. [1]

Наблюдения 31 августа впредь до окончания обработки находились под сомнением, так как отсчеты по двум верньерам разнились между собой на величину около 2′, вследствие того, что лимб и алидада были между собою непараллельны. Повидимому, между алидадой и лимбом вблизи оси осталось после наблюдений на о. Визе некоторое количество воды, и замерзшая вода сместила алидаду. При поджимании же алидады гайкой, имеющейся для этой цели, алидада вместе с уровнем двигалась вслед за трубой при перемещении ее по зенитному расстоянию. Поэтому наблюдения 31 августа производились попеременно с прижатой и с отпущенной гайкой; они дали удовлетворительную сходимость с наблюдениями 2 сентября, когда этот недостаток был устранен.

Базис для топографической съемки длиной 1070 м был проложен с таким рассчетом, что он проходил через точку стояния универсала. Для съемки было использовано определение азимута восточной вехи (на восточном конце базиса), произведенное астрономом 2 сентября. В тот же день, 2 сентября, был определен азимут на навигационный знак № 2, установленный экспедицией на возвышенной части южного берега острова.

Астрономические наблюдения универсалом на льду

По инициативе автора впервые в этой экспедиции был применен способ уточнения счисления путем точных астрономических наблюдений на льду в нормальных условиях.

Нередко случается, что затуманенный горизонт не позволяет измерить высоту солнца без искусственного горизонта; впрочем, качество этих приспособлений часто бывает неудовлетворительным и к тому же наблюдения с искусственным горизонтом удобнее производить не

---

[1] Результат отличался на несколько минут от остальных, так как место зенита было недостаточно закреплено.

на судне, а на льду.[1] В подобных условиях со всех точек зрения выгоднее сойти на лед астроному с универсалом. Конечно, эта операция сопряжена с затратой времени, но здесь надо учесть следующее:

1) Прояснения погоды (при наличии тумана) обычно бывают длительнее в верхней, а не в нижней части небесного свода, поэтому, коль скоро это прояснение наступило, у астронома всегда хватит времени установить инструмент и произвести наблюдения прежде, чем солнце скроется. Вообще вероятность наступления условий, позволяющих произвести наблюдения универсалом (при наличии льда), во много раз выше, чем вероятность производства наблюдений секстаном.

2) При плавании в тяжелых льдах вообще никогда не может существовать уверенности в том, что данный галс удастся рано или поздно закрепить; наоборот, надо считаться с большой долей вероятности вовсе не иметь обсервации на всем протяжении галса. Если выполняется оперативное задание, то на первом плане стоят соображения о скорости, но в гидрографической экспедиции не может быть речи о том, чтобы гидрографическое судно не смогло с достаточной точностью нанести свой путь на навигационную карту.

С этой точки зрения необходимо использовать каждый случай, позволяющий произвести астрономические наблюдения.

В экспедиции Б. А. Орлов определил три точки на льду на так называемом восточном галсе, одном из труднейших, самом длительном из всех галсов, сделанных «Седовым».

Эти определения достаточно точно выяснили положение так называемого «Ледяного острова»[2] с его 14—15-метровыми глубинами, представляющего в этой части Карского моря единственное известное до сих пор явление. Кроме того в соединении с определениями, которые 4—6 августа удалось произвести секстаном, был надежно закреплен восточный конец галса, и весь вообще путь, пройденный с 30 июля до 8 августа (полная обсервация секстаном), увязался без всяких затруднений.

Таким образом, исключительное разнообразие подводного рельефа, обнаруженное на этом галсе, надежно отразилось на батиметрической карте, а гидрологические и прочие исследования получили весьма точную основу.

В настоящее время вопрос о пользе астрономических наблюдений на льду можно считать окончательно решенным. Три точки, определенные на льду в экспедиции 1935 г. на «Малыгине», представили существенное добавление к определениям места секстаном, а в экспедиции 1935 г. на «Садко» с помощью одного лишь пункта, определенного на льду, ко-

---

[1] Общеизвестные затруднения, связанные с применением искусственного горизонта при данных технических условиях (плохое качество крышек и связанная с этим необходимость устройства защиты от ветра, отсутствие ртути и пр.), часто заставляют вовсе отказаться от пользования этим прибором, чтобы не терять времени на производство явно ненадежных наблюдений.

[2] «Ледяной остров», который 31 июля оказался на пути «Седова», имел около 8 миль в поперечнике и представлял собой скопление сплошных тяжелых многолетних торосистых ледяных образований. Мощные торосы достигали 4—8 м высоты и, повидимому, стояли на мели, так как в течение 31 июля все это скопление льдов было явно неподвижным, тогда как по его периферии наблюдалось образование разводий. «Седов» стал у «острова» на ледовый якорь, причем было констатировано отсутствие дрейфа. В то же время наблюдалась регулярная смена приливо-отливных течений (около 11 ч. 30 м.), сопровождавшаяся увеличением и уменьшением ширины разводий, как это обычно наблюдается во время стоянок у припая около действительных островов.

торый не позволил подойти на судне к о. Грэем-Белль, было значительно уточнено положение этого острова.

Во время стоянки у острова астроному, при затуманенном горизонте, исключавшем возможность измерения высоты солнца секстаном, удалось измерить две серии зенитных расстояний солнца при азимутах, различавшихся в среднем на 42°, после чего «Седов» предпринял морскую опись «острова», который к ночи пришел в движение. «Седов» обогнул весь «остров», все время идя по разводью шириной от 1 до 3 миль и встречая на севере много больших стамух, но вышел к незнакомому «берегу», около которого была измерена наименьшая глубина 14,3 м; она находилась внутри того контура, который соответствовал дневным очертаниям частично разрушившихся теперь ледяных полей.

Второе наблюдение было произведено 4 августа на дрейфующем льду. Для астрономических наблюдений была использована вынужденная задержка в тяжелых 9—10-балльных льдах, которые были встречены на пути к о-вам Сергея Каменева 3 августа.

В процессе произведенных здесь наблюдений произошло интересное явление. Солнце, в последний раз виденное 1 августа и с утра 4 августа упорно не показывавшееся, около полудня выглянуло из облаков и на короткое время разогнало туман. В то время как астроном высаживался на лед, автору удалось надежно определить секстаном широту, после чего солнце скрылось и показалось часа через три лишь на несколько минут, причем горизонт был в тумане. Астроном успел измерить три зенитных расстояния, из них два при круге право и одно при круге лево, но в журнале наблюдений имелась ошибка в наименовании края солнца, место же зенита инструмента было неизвестно. Однако, впоследствии при обработке, с помощью упомянутой выше широты и наблюдений 5 августа, произведенных почти на том же месте, удалось установить, что первые два измерения относились к нижнему краю, а последнее к верхнему краю солнца. Таким образом, комбинированное применение секстана и универсала позволило взаимно дополнить (и решить во втором приближении) оба наблюдения, причем наблюдение секстаном помогло устранить промах в наблюдениях универсалом, а эти последние помогли устранить главное сомнение, существовавшее в то время относительно долготы.[1]

Третье наблюдение было произведено при аналогичных условиях 5 августа. Когда «Седов» был зажат тяжелыми льдами, астроном произвел две серии наблюдений при азимутах, различавшихся в среднем на 50°, и при обработке получил хорошее согласие с определениями 4 августа.

В дальнейшем до конца плавания надобности в наблюдениях на льду не встретилось.

Обработка наблюдений

Обработка наблюдений велась в двух приближениях, причем координаты всех пунктов в первом приближении были получены еще во время плавания. Большую помощь при этом оказал астроному Ю. Н. Дерюгин.

---

[1] По счислению капитана, «Седов» находился значительно восточнее, чем это было на самом деле.

Сводная таблица наблюдений (характеризует степень надежности определенных координат с количественной стороны)

Место наблюдений	Число зенитных расстояний		Число приемов азимута	Число использованных радиосигналов
	Всего измерено	Из них исключено		
Остров Визе	51	7	1	6
Остров Уединения	135	2	2	4
„Ледяной остров"	30	—	—	2
На льду 4 августа	3	—	—	2
» » 5 »	44	3	—	2
Итого . . .	263	12	3	16

Вычисления координат во втором приближении были произведены в Ленинграде самим наблюдателем и студенткой Ленинградского государственного университета Л. И. Радловой.

Координаты всех пунктов получены методом дифференциальных поправок, аналогичным способу Сомнера, но в аналитической форме.

Результаты наблюдений

1. Остров Визе в течение целого месяца являлся узловым пунктом всех работ экспедиции. В частности, здесь был определен астрономический пункт. Впоследствии по новым координатам острова нами были перевычислены пути экспедиций 1932 г. на «Таймыре» и на «Книповиче». В 1934 г. «Ермак», шедший на помощь «Садко», привязал свое счисление к южному берегу острова,[1] а в 1935 г. «Садко», подходивший с SW (на галсе от мыса Желания) и не видевший острова в тумане, ориентировался по глубинам, измеренным в 1934 г. «Седовым» и правильно нанесенным на карту издания 1935 г. Таким образом, координаты этого астрономического пункта были до настоящего времени использованы для вычисления и перевычисления путей шести различных экспедиций 1930, 1932, 1934 и 1935 гг. Координаты эти таковы:

а) Место наблюдений в лагере:

$$\varphi = 79^\circ 29' \pm 4''$$
$$\lambda = 76^\circ 51',9 \pm 0',6$$

Геодезические азимуты с места наблюдений в лагере

на дальний конец базиса $59^\circ 18',4$
на астрономический столб $101^\circ 38',1$

б) С учетом азимута и расстояния до астрономического столба (266 м) координаты последнего, а также в пределах точности наблюдений и навигационного знака, установленного «Седовым» в 1934 г.:

$$\varphi = 79^\circ 29',00 \pm 4''$$
$$\lambda = 76^\circ 52',7 \pm 0',6$$

[1] Счисление «Ермака» отличалось большей точностью: о. Визе открылся в соответствии с его новыми координатами, а не там, где он был показан на карте № 1210 издания 1934 г.

2. Остров Уединения. 1) В результате произведенных Б. А. Орловым наблюдений получены следующие данные, которые, повидимому являются достаточно надежными: [1]

а) Место наблюдений в лагере (на рис. 3 — астрономический пункт № 2):

$$\varphi = 77°28'24'' \pm 2''$$
$$\lambda = 82°23'58'' \pm 9''$$

Геодезические азимуты с места наблюдений на навигационный знак, установленный «Седовым» в 1934 г., (на рис. 3 — знак № 2) 278°1',5, а на место стоянки «Седова» 149°57',4.

Азимут базиса топографической съемки

$$94°55',0 — 274°55',0$$

б) С учетом азимута с места наблюдений на навигационный знак, к которому прибита табличка, указывающая, что это астрономический пункт экспедиции 1934 г. на «Седове», и с учетом расстояния от места наблюдений до знака, снятого с планшета топографической съемки и составляющего 1390 м, координаты знака № 2 «Седова»:

$$\varphi = 77°28'30'' \pm 2''$$
$$\lambda = 82°20'33'' \pm 9''$$

в) Переходя с помощью планшета топографической съемки к координатам гурия, установленного в 1933 г. экспедицией на «Челюскине» (на рис. 3 — астрономический пункт № 1), получаем следующие исправленные координаты этого пункта:

$$\varphi = 77°29',3$$
$$\lambda = 82°16'$$

г) Тем же путем получаем исправленные координаты навигационного знака, установленного в 1933 г. «Белухой» (на рис. 3 — знак № 1):

$$\varphi = 77°30',1$$
$$\lambda = 82°14'$$

3. Для глубины № 72, измеренной у западного края «Ледяного острова», получены координаты:

$$\varphi = 79°14'40'' \pm 4''$$
$$\lambda = 79°32',6 \pm 0',7$$

4. Для точки на льду, определенной 4 августа, приняты координаты, показанные в каталоге глубин для глубины № 142.

5. Для точки на льду, определенной 5 августа (по каталогу глубин — глубина № 148), получены координаты:

$$\varphi = 79°01'17'' \pm 9''$$
$$\lambda = 85°30',6 \pm 0',6$$

О степени точности полученных результатов

Если учесть все сказанное выше об условиях наблюдений, то естественно будет задаться вопросом: какое же доверие можно питать

[1] Подробности в статье автора в сборнике «Северный морской путь», № 6, 1937.

к полученным результатам? Показанная выше степень точности координат астрономических пунктов, как известно, характеризует лишь ошибку вывода, которая для о. Уединения соответствует обычной точности 10″ универсала (при наблюдении солнца), а на о. Визе несколько повышена. В линейной мере ошибки вывода выражаются следующими величинами:

Местоположение	φ	λ
Остров Визе	± 124 м	± 204 м
„ Уединения	± 62 „	± 60 „

На «Ледяном острове» получены, примерно, те же ошибки, что и на о. Визе, а что касается наблюдений 4 и 5 августа на дрейфующем льду, то для них потребовалось бы особое исследование, связанное с наличием дрейфа льда, который в подобных случаях следовало бы определять в течение всего периода наблюдений (чего в данном случае не делалось). Конечно, и в случае определения дрейфа льда источники ошибок полностью не устраняются, поэтому подобные наблюдения и не могут претендовать на особую точность.

Независимых наблюдений в районе работ произведено не было, но для общего суждения о степени надежности полученных результатов Б. А. Орлов, по возвращении из экспедиции, 19 октября 1934 г. в Астрономической обсерватории Ленинградского государственного университета произвел контрольные наблюдения тем же универсалом с приемом ритмических сигналов и обработал пять приемов тем же методом, который был применен для обработки экспедиционных наблюдений. Приняв сообщенные А. М. Гижицким координаты обсерватории:

$$\varphi = 59^\circ 56' 32''$$
$$\lambda = 2^h\ 1^m 11,^s 0$$

Б. А. Орлов получил следующие значения ΔZ: —3″, +2″, —7″, —4″, —4″. Они свидетельствовали об отсутствии в применявшемся инструменте крупных систематических ошибок. Что касается расхождений с приведенными выше координатами обсерватории, то они выразились величинами:

$$\Delta\varphi = +0'',6 \pm 5''$$
$$\Delta\lambda = -26'' \pm 32''$$

Таким образом, линейное расхождение по широте, составившее всего 18 м, было в 8 раз меньше его ошибки, а по долготе оно лежало в пределах своей погрешности и достигало 400 м. Надо заметить, что эти итоги нельзя полностью распространять на результаты действительных наблюдений на месте работ в Арктике, так как действительные условия были хуже, чем в Ленинграде (туман, облачность, большие зенитные расстояния и пр.). В частности, Б. А. Орлов указывает в своем отчете еще на один недостаток универсала: при последнем имелось только одно очень темное защитное стекло. В большинстве случаев это стекло не годилось, так как оно совершенно затемняло солнце, видимое сквозь облака или туман. При наблюдении же незащищенным глазом было обнаружено следующее явление: само солнце глаз не жгло и не ослепляло и представлялось в поле зрения как матовый белый кружок, но окружающие его облака были ослепительны, и еще спустя три месяца после наблюдений правый глаз астронома носил на себе следы этих вредных испытаний. Следовательно, в Арктике, на случай наблюдений

по солнцу, необходимо иметь при инструменте набор стекол подобно тому, как это имеется у секстана. Б. А. Орлов справедливо указывает в отчете, что в арктических экспедициях был весьма удобен универсал Вильда, соединяющий в себе компактность и точность; однако с помощью этого инструмента нельзя измерять зенитные расстояния менее 30°.

Итак, остается лишь повторить, что астрономические наблюдения универсалом по солнцу дают в Арктике более точный результат, чем наблюдения секстаном, но их ошибки, особенно по долготе, с геодезической точки зрения выходят за пределы допустимых погрешностей.[1]

II. О МАГНИТНЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ П. Е. ФЕДУЛОВА

К тому, что сказано в статье П. Е. Федулова, составленной весной 1935 г., остается добавить, что его наблюдения легли в основу плана магнитных работ, произведенных им же в 1935 г. на «Малыгине». В целом итоги работ, выполненных в обеих экспедициях, в соединении с прочими материалами представили надежную основу для составления карт элементов земного магнетизма для всей северной части Карского моря.

III. ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ОСТРОВОВ ВИЗЕ И УЕДИНЕНИЯ

Топографические работы в масштабе 1 : 100 000 были произведены одновременно с астрономическими и магнитными наблюдениями на о. Визе и о. Уединения. Первая половина августа оказалась самым неблагоприятным периодом для съемки о. Визе, которую после 8-дневных усилий так и не удалось довести до конца. Глинистая почва, размягченная солнечными лучами, представила большое затруднение для передвижения двух партий, которые начали мензульную съемку обходом в обе стороны от места астрономических наблюдений в лагере[2] и, пройдя в общей сложности около 50 км, не замкнули съемки на севере (рис. 2). Повидимому, осталась незаснятой лишь небольшая часть острова, но судить об этом можно лишь приближенно по пеленгам, взятым 17 августа с «Седова» на неясно видневшуюся в тумане северную оконечность острова. Конечные точки съемки на западном и на восточном берегах острова ничем не были закреплены на местности. Таким образом, со всех точек зрения эта съемка, произведенная при крайне неблагоприятных условиях и при невысоких показателях скорости (около 3 км в день на одну партию), не удовлетворяет основным требованиям топографии и может рассматриваться лишь как маршрутно-рекогносцировочная работа.

---

[1] К аналогичному выводу можно притти и на основании опыта экспедиции 1935 г. на «Малыгине»; здесь также не было возможности наблюдать звезды и ко всем упоминавшимся выше затруднениям прибавилась еще некоторая техническая неисправность инструмента.

[2] По местным условиям базис для топографической съемки, азимут которого, как упоминалось в п. 1, был определен астрономом, имел в длину всего 150 м. Впрочем, топографы в вопросе о выборе места для разбивки базиса не были самостоятельны, так как необходимо было считаться с общими условиями береговых экспедиционных работ.

Рис. 2. Остров Визе. По материалам экспедиции на л/п „Седов" 1934 г.
Съемка масштаба 1 : 100 000, произведенная А. И. Блохиным и Ю. Н. Дерюгиным.

Рис. 3. Остров Уединения. По материалам экспедиции на л/п „Седов" 1934 г.
Съемка масштаба 1 : 100 000, произведенная А. И. Блохиным и Ю. Н. Дерюгиным.

Кабинет Севера
Обл Библиотеки
им. А. Н. Добролюбова

151169.
8278 к.

Во время съемки над островом стоял густой туман, и временами реечные точки приходилось назначать через 50 м. Не представилось никакой возможности произвести площадную съемку и выяснить наибольшую высоту острова. На западном берегу пришлось переходить вброд (по пояс в воде) через речку (или протоку). Мерзлота обнаружена на глубине 30—50 см от поверхности почвы, а на южном берегу местами наблюдался обнаженный ископаемый лед.

Береговая черта о. Уединения (рис. 3) была заснята полностью двумя партиями, которые произвели мензульную съемку обходом, в обе стороны от астрономического пункта № 2 (п. 1). Кроме того, в западной возвышенной части острова Ю. Н. Дерюгиным был сделан поперечник. Невязка при смыкании мензульных ходов достигла 200 м; при периметре острова 33 км это дает относительную невязку порядка 1 : 165, т. е. результат, приемлемый с навигационной точки зрения. Инструменты были в порядке, и топографы были достаточно опытными, следовательно в Арктике, в сравнительно высоких широтах, в экспедиционных условиях, когда на первом плане стоят соображения о быстроте съемки, должны существовать особые показатели скорости и точности.

IV. О МОРСКОМ ПРОМЕРЕ И ОБ ОРГАНИЗАЦИИ НАВИГАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ

Что касается вопросов изучения рельефа дна, то так называемый попутный промер, которым сопровождаются гидрологические разрезы, и явился основным материалом рекогносцировочного характера, позволившим в значительной мере расширить представление о рельефе дна. В отличие от других подобных же экспедиций, на «Седове» в 1934 г. были приняты меры к тому, чтобы рекогносцировочный материал явился полноценным гидрографическим материалом как по абсолютной величине измеренных глубин, так и по степени надежности их координат. Другими словами, было обращено серьезное внимание на технику промера и на уточнение счисления, и полученные при этом результаты способствовали уточнению всех исследовательских работ, выполненных на «Седове». Вопрос этот имеет существенное значение для последующих работ в Арктике, поэтому на нем необходимо остановиться подробнее.

Нельзя, конечно, сказать, что были использованы все средства, имеющиеся в распоряжении для уточнения счисления в полярных условиях. Этому препятствовали, во-первых, комплексный характер экспедиции с ее преимущественно гидрологическим уклоном и, во-вторых, некоторая новизна того характера, который старалась придать ходу работ гидрографическая группа экспедиции. Уже упоминалось об астрономических наблюдениях на льду, которые представили значительный шаг вперед в деле уточнения пути. Но в Арктике нельзя возлагать все надежды на тот или иной способ обсервации по небесным светилам, которые могут и вовсе не появиться; для экспедиции, преследующей чисто гидрографические цели, имеются еще два простейших средства — выжидание прояснения погоды на якоре или в дрейфе и ограничение длины галсов известными пределами, для этого надо распланировать их исключительно с точки зрения удобства привязки к береговым предметам.

Первое средство связано с затратой времени, а второе не всегда

осуществимо. Трудно, конечно, говорить здесь о каком-либо общем правиле, так как, независимо от местных орографических условий, большое влияние на все расчеты оказывает характер льда. В этом отношении не лишена интереса сводная таблица, в которой дана характеристика условий плавания «Седова» в зависимости от состояния льда; что касается продолжительности перехода на каждом галсе, показанной в последней графе и в среднем составившей для девяти галсов 5 суток, то ее интересно сравнить с данными по экспедиции 1935 г. на «Малыгине», где при том же числе пройденных миль было сделано 12 галсов со средней продолжительностью 3½ суток. Правда, ледовые условия в 1935 г. были легче, чем в 1934 г., но зато и случаев остановок для выжидания прояснения погоды было больше, следовательно здесь сказалось различие в методике: на «Малыгине» главное внимание было обращено на обеспечение точности счисления, поэтому продолжительность переходов была относительно короче, чем на «Седове».

Прочие вопросы навигационного характера, связанные с изучением рельефа дна или, короче говоря, с точностью счисления, более подробно изложены в конце издания в отдельных заметках автора, касающихся каждого вопроса в отдельности, и здесь остается сделать лишь несколько общих замечаний.

После первых двух галсов мы на опыте убедились в несовершенстве принятой вообще на ледокольных пароходах системы прокладки и текущего счисления и организовали экспедиционную навигационную службу (на 3—4 вахты). Была выработана система счисления на мостике и вычисления пути в период камеральных работ, систематически определялся дрейф, и сделаны были предварительные шаги для намеченного зимой вычисления ветрового дрейфа «Седова». В конечном итоге был экспериментально получен ценный практический материал, позволивший не только вычислить с достаточной точностью путь «Седова», но и применить некоторые выводы для перевычисления путей прежних экспедиций и выработки практических указаний для будущего. Сверх того, что сказано в настоящем издании, читатель найдет более подробные сведения в статьях автора, помещенных в сборнике «Северный морской путь», № 4 и 5 (о ветровом дрейфе и об экспериментальном определении дрейфа).

Апрель 1936 г.
Ленинград

ТРУДЫ АРКТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ТОМ 83. ЛЕНИНГРАД. 1937. СТР. 21—33.
TRANSACTIONS OF THE ARCTIC INSTITUTE
VOL. 83. LENINGRAD. 1937. PP. 21—33.

МАГНИТНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ЭКСПЕДИЦИИ „СЕДОВА" В 1934 ГОДУ

П. Е. ФЕДУЛОВ

За последние годы важность знания распределения земного магнитного поля в Арктике, а особенно в Карском море, стала особо ясной для всех работников Севера. Не говоря уже о настоятельной необходимости этого для решения различных теоретических вопросов, знать магнитное поле, по возможности точно, требует судоходство в Карском море, за последние годы развивающееся особенно быстро.

Для построения магнитных карт этого моря мы до сих пор имели около 150—200 наблюдений, очень разноценных по точности и сделанных за время от 1600 г. по 1930 г. Более или менее новых, т. е. сделанных после 1923 г., наберется из них не более 20 и то только вдоль южного побережья Карского моря и Новой Земли.

Конечно, такого малого количества наблюдений, да еще сгруппированных лишь в двух участках, совершенно недостаточно для освещения всего моря.

Учитывая это, Гидрографическое управление Главного управления Северного морского пути, проводя остальные гидрографические работы, решило уделить особое внимание и проведению возможно большего числа магнитных наблюдений, стремясь при этом к достаточной их точности. Так как север Карского моря был совершенно неизвестен в магнитном отношении, было признано необходимым во время экспедиции «Седова» в 1934 г. в северо-восточную часть Карского моря сделать ряд магнитных пунктов. Ледовая обстановка 1934 г. на севере оказалась очень тяжелой, и наблюдения удалось сделать лишь на о. Визе, о. Уединения и на Новой Земле. Однако, кроме этого, в виде опыта, было сделано несколько наблюдений на дрейфующих ледяных полях небольшого размера. Эти наблюдения, повидимому, будут особо ценны для новых карт.

Вообще работы на дрейфующем льду, насколько мне известно, производились лишь Скотт-Гансеном во время экспедиции «Фрама» и Г. Свердрупом и Р. Амундсеном в экспедиции на «Мод». Однако тогда эти наблюдения проводились зимой на огромных полях, в которые вмерзали «Фрам» и «Мод» и которые при этом передвигались очень медленно. В экспедиции же на «Седове» работа шла летом в битом льду на полях до 1 мили в поперечнике, на дрейф которых оказывают влияние течения, ветер и напор других льдин. Однако, как будет видно ниже, оказалось возможным производить наблюдения на них достаточно точно, и этот опыт очень желательно использовать в дальнейшем.

С целью более надежного приведения к эпохе, а также исправления склонения за вариации в районе о. Визе, о. Уединения и мыса Желания был произведен ряд наблюдений вариаций склонения. С учетом этих данных и могущих быть собранными еще впоследствии, по тщательной проработке вопроса возможно будет привести склонения, наблюденные в экспедиции на «Седове», к эпохе более безупречно, чем по данным только магнитных полярных станций. К сожалению, я не имел возможности сделать того же для горизонтальной и вертикальной составляющей, почему часто приходилось жалеть об отсутствии весов Шмидта для H и Z.

Для определения векового хода удалось повторить лишь пункт на мысе Желания, где до этого производились наблюдения в 1932 г. гидрографической экспедицией на г/с «Таймыр».

Все магнитные наблюдения произведены П. Е. Федуловым, в работе помогали П. А. Геворкянц и изредка заменявшие последнего Л. К. Журавский и А. А. Браун. Все материалы вычислены П. Е. Федуловым, М. Т. Ивановой и М. И. Пионтковской в две руки. Материалы хранятся в Центральном институте земного магнетизма и атмосферного электричества Главной геофизической обсерватории (ЦИЗМАЭ). Наблюдения выполнены в следующих местах:

Таблица 1

Название	φ	λ
Мыс Желания	76°57′,0	68°35′,5
На льду	79 14,5	79 33,0
„ „	78 49,2	86 49,0
Остров Визе (I)	79 29,0	76 55,2
„ „ (II)	79 29,6	76 57,0
„ „ (III)	79 32,8	77 10,8
„ „ (IV)	79 29,0	76 54,5
На льду	79 57,0	76 32,0
Остров Уединения (I)	77 28,5	82 22,8
„ „ (II)	77 28,5	82 16,8
„ „ (III)	77 26,7	82 31,0
На льду	76 22,2	85 51,2
Мыс Желания	76 57,0	68 33,5
Остров Пахтусова	74 25,7	59 20,0

Расстояние прибора от корабля во время работы на льду обычно было не менее 1 км. Наблюдений над склонением в море с помощью главного компаса сделать не удалось из-за исключительной изменчивости девиации судна, происходившей вследствие того, что корабль бо́льшую часть пути имел на баке груз железных бочек, число которых в разное время было различное.

Приборы

В распоряжении экспедиции был полевой прибор Муро-Шасселон № 144, инклинатор той же фирмы № 145 (малая модель) и две треноги к ним. Все это было представлено на время работ экспедиции начальником Отдельного гидрографического отряда Черного моря К. А. Бельченко. Кроме того, экспедиция имела столовый хронометр № 6552.

Состав наблюдений

Полные наблюдения на отдельном пункте производились в следующем порядке.

Сначала определялся азимут солнца по часовому углу, затем, после контроля раскрученности нити, магнитное склонение, наклонение и, наконец, горизонтальная составляющая по качаниям (без отклонений). Иногда же по различным причинам приходилось ограничиваться частичными наблюдениями.

Поправки хронометра определялись астрономом экспедиции Б. А. Орловым. Поправка хронометра мне была известна с точностью до $1^s.2$ на островах и широта места до 3″. Наблюдения, сделанные на подвижном льду, были обеспечены вполне надежными географическими координатами, полученными исключительно тщательной работой навигационной группы экспедиции во главе с И. А. Киреевым, производившей не только наблюдения секстаном, но учитывавшей очень точно все материалы о течениях, дрейфе корабля, показаниях радиопеленгатора и пр. Вероятной точностью этих координат можно считать: для долготы $\pm$ 8′,0 и широты $\pm$ 1′,0.

Наблюдения на островах

Для определения азимута солнца были приняты обычные схемы наблюдения и вычисления азимута по часовым углам, приведенные в «Кратком руководстве по магнитной съемке» Н. В. Розе и Н. Н. Трубятчинского.

Как известно, ошибки в азимуте, происходящие от погрешностей в отсчетах лимбов при наблюдении моментов прохождения солнца через нити по хронометру, характеризуются средними отклонениями отдельных наводок от среднего изо всех наводок для данного наблюдения. Из всех вычисленных наводок на солнце (числом около 100), лишь 6 разнятся от среднего в пределах $\pm$ 1′,0 — 2′,5, все же остальные отличаются от своих средних не более $\pm$ 1′,0. Отсюда следует, что, несмотря на особо трудные условия наблюдений, они были произведены с обычной для этого прибора точностью отсчетов. Надо поэтому считать, что и точность азимутов, определенных в экспедиции на твердой земле, соответствует обычной для прибора Шасселона точности, т. е. $\pm$ 0′,5.

Определение склонения

Наблюдения над склонениями делались по обычным схемам для прибора Муро (восемь наводок на магнит, по четыре на каждый конец его, при двух положениях домика, отличающихся на 180°). Схемы вычисления были приняты обычные.

Поправки для обоих моментов были определены в Слуцкой магнитной обсерватории до и после экспедиции. В результате этих определений были получены значения, приведенные на стр. 24.

Среднее, полученное из средних до и после экспедиции для каждого магнита, было принято как поправка склонения при вычислении экспедиционных материалов, т. е. для магнита с меткой • была принята поправка + 2′,7, а для магнита с меткой • • — + 1′,5. Перед каждым наблюдением склонения нить прибора тщательно раскручивалась; я старался довести это раскручивание до + 3°. Тогда влияние нерас-

	Для магнита с меткой •	Для магнита с меткой ••
До экспедиции	3′,2	1′,6
	3 ,1	1 ,8
	3 ,1	2 ,0
	2 ,9	1 ,6
	2 ,9	
Среднее . . .	3′,0	Среднее . . . 1′,8
После экспедиции	3′,4	1′,0
	1 ,6	0 ,0
	2 ,3	0 ,8
	2 ,4	2 ,9
Среднее . . .	2′,4	Среднее . . . 1′,2

крученности нити (при кручении равном 100′) не должно было превзойти ±1′,0. Ошибка из-за погрешностей отсчетов лимба и наводки на магнит не превосходит в приборах Муро ± 0′,5. Это же подтверждают и оба ряда определений поправок склонения на обсерватории. В каждой из групп отдельные определения (за исключением одного) не отклоняются от своего среднего более ± 1′,5.

Однако погрешность в определенных склонениях может быть большей из-за ошибки в определении азимута солнца, которая, как уже упоминалось, может дойти до ±0′,5. Кроме того, здесь может сказаться и погрешность в поправке хронометра, могущая дать при указанной выше ее точности в 1′,2 до 0′,3 в азимуте.

Таким образом наибольшая ошибка определенных склонений в случае самом неблагоприятном, когда все ошибки имеют свое максимальное значение и суммируются, не должна превышать ± 2′.

Однако это верно лишь для наблюдений, сделанных в спокойные дни. В случаях же бурных дней, как 26 июля на мысе Желания, многое будет зависеть от надежности способа исправления за вариации, который будет применен при приведении всего материала по Карскому морю к одной эпохе. Представляются более надежными исправления за вариации каждой наводки; в этом случае некоторое суждение о точности наблюдений дает изменение коллимации магнита со временем, благодаря чему можно более уверенно судить о качестве наблюдений.

Определение наклонения

Определения наклонения производились стрелкой с меткой •• по обычным схемам для наблюдения стрелочным инклиматором. Поправки стрелки были определены в Слуцкой магнитной обсерватории до и после плавания. При этом были получены следующие значения.

9/VII	+ 34′,1	15/XI	+ 25′,0
	+ 35 ,1		+ 25 ,8
	+ 35 ,0		+ 25 ,8
			+ 25 ,0
			+ 25 ,2
			+ 24 ,6
Среднее . . .	+ 34′,7	Среднее . . .	+ 25′,2

Причина изменения поправки стрелки заключается в том, что 11 августа 1934 г. перед наблюдением на о. Визе стрелка упала на песок. Иного объяснения не может быть, так как все остальное время не происходило ничего, что могло бы обусловить это изменение поправки. Поэтому до указанного выше пункта принимается поправка стрелки, равная + 34′,7, а на нем и после него — равной + 25′,2. Эти величины прибавлялись к наблюденным результатам при вычислении наклонения.

Для стрелки с меткой • до поездки была принята поправка, равная + 13′,0; три определения поправки этой стрелки, сделанные 15 ноября, дали значение поправки + 12′,6. Для одного наблюдения, сделанного с этой стрелкой, принята поправка, равная 12′,8. Это было сделано для мыса Желания 22 сентября, где наблюдение удалось произвести обеими стрелками.

Точность наблюдений наклонения в экспедиции была обычной для стрелочного инклинатора Муро-Шасселон, т. е. ± 2′, так как наблюдения производились с особой тщательностью и принимались все меры, чтобы они не были искажены туманом, снегом или другими причинами. Это же подтверждается сходимостью между собой отдельных определений поправок стрелок. Может вызывать сомнение только момент перехода на другую поправку. Но, повидимому, приведенное выше соображение, обосновывающее переход на другую поправку с 11 августа, является вполне достаточным. Кроме того, как сказано выше, на мысе Желания сделано определение наклонения двумя стрелками, получены следующие результаты по введении поправок:

стрелка • 83°4′,1
» •• 83°10′,0

Как видно, результаты получились довольно близкие, особенно если учесть, что они еще не исправлены за вариации. Надо поэтому предполагать, что поправки введены верно. В таком случае точность наблюденных результатов окажется едва ли ниже ± 2′.

Определение горизонтальной составляющей (H)

Определение горизонтальной составляющей производилось лишь по качаниям следующим образом. Замечалось каждое 3-ье качание, а не 5-е, из-за большой величины периода качания, а отсюда из-за большой затраты времени и, может быть, большего риска потерять наблюдение в случае большой вариации. Кроме того, все наблюдения проводились без перерыва, как это часто делается для того, чтобы иметь возможность учесть нарушения в случае наступления магнитного возмущения. Таким образом замечалось до 120—240 прохождений. Для большего удобства при обработке комбинировались группы по 60 прохождений, и из этих групп обычным уже образом получалось значение периода. Если можно было использовать несколько таких групп, то за окончательный результат для периода принималось среднее значение из полученных для всех этих групп.

Из наблюдений, сделанных до отплытия экспедиции и после нее, были получены значения A (постоянный коэфициент при вычислении горизонтальной составляющей) и $\frac{M}{B}$ (отношение магнитного момента к постоянной). На основании средних A и $\frac{M}{B}$ из чисел, полученных до и после экспедиции, были произведены вычисления H.

Температурный и индукционный коэфициенты прибора были взяты из определений, сделанных для этого же прибора в июле 1934 г. в Слуцкой магнитной обсерватории.

Температурный коэфициент магнита с меткой • был принят равным 0,00120, индукционный коэфициент — равным 0,05730 ± 0,00213, т. е. ± 4%.

Коэфициент А, полученный до поездки, был следующий:

После поездки	0,27172		0,26984
	187		6966
	197		6940
	200		6963
	173		6920
			7022
Среднее . . .	0,27186	Среднее . . .	0,26966

Для $\frac{M}{B}$ были получены следующие значения:

До поездки	0,05457	После поездки	0,05331
	442		336
	421		335
	423		335
	424		330
	413		
Среднее . . .	0,05430	Среднее . . .	0,053306

Таким образом видно, что за время экспедиции А изменилось на 0,8% и $\frac{M}{B}$ на 1,8%. Так как невозможно было установить, произошло ли это изменение скачком или же постепенно, то для вычисления наблюденных горизонтальных составляющих более правильно принять среднее значение А и $\frac{M}{B}$ из определений до и после поездки. В этом случае в вычисленные величины вводится погрешность из-за А не более 0,4%, из-за $\frac{M}{B}$ не более 0,9%, т. е. в худшем случае 1,3%. Точность самого наблюдения гораздо выше (на что указывают и вышеприведенные ряды наблюдений А и $\frac{M}{B}$), а следовательно, значения, приводимые в таблице окончательных результатов, даны с погрешностью не более 1,3%, т. е. около ± 0,00065. Было бы неправильно распределять изменения $\frac{M}{B}$ по всем наблюдениям, считая их постепенными, так как данных для этого не было. С другой стороны, ошибка из-за вариаций, способа введения которых в Арктике мы не имеем, едва ли будет меньше 1%. В этом убеждает даже беглое сравнение пяти различных полярных обсерваторий. Таким образом, нет смысла говорить о большей точности, чем вышеуказанная.

Наблюдения на дрейфующем льду

Так как «Седов» бо́льшую часть времени держался в покрытых льдом районах, где попадались поля не менее мили поперечником, то, естественно, возник вопрос о возможности производить на них наблюдения. Главное затруднение в этом случае вызывало, конечно, не по-

ступательное движение льда вдоль меридиана или перпендикулярно к нему, а вращательное движение. Качания льда на волне, как оказалось, в районе битого льда так малы, что прибором они ощущались лишь в пределах точности отсчета уровней. Происходившие иногда сжатия льда и образования трещин обычно не мешали наблюдениям; лишь один раз, у о. Уединения, 2 сентября, повидимому, изменилась ориентировка прибора, так как лед дал трещину около места наблюдений во время астрономических определений; вследствие этого пришлось отбросить отсчеты, сделанные до появления трещины. Таким образом можно было учесть лишь поворот ледяного поля. Для учета его не было возможности использовать какую-либо постоянную миру. Производить же наблюдения подобно Скотт-Гансену, Свердрупу и Амундсену, т. е. ставить на достаточно большом расстоянии от магнитного прибора астрономический теодолит, служащий мирой при магнитных наблюдениях, и производить все время азимутальные наблюдения, в промежутках между ними визируя магнитный теодолит, — было неудобно. Во-первых, имевшийся в распоряжении экспедиции астрономический теодолит Керна имел малую светосилу, менее, чем Муро; таким образом тогда, когда можно было бы производить наблюдения теодолитом Муро, производить их Керном не было возможно. Во-вторых, при летних условиях нельзя было быть уверенным в том, что поле, на котором находятся оба прибора, не расколется на части. Поэтому была использована более удобная по конструкции малая модель Муро. В этом приборе астрономическая труба прикреплена постоянно к прибору и готова к наблюдению в любое время, независимо от того, какое наблюдение производится в данный момент, если его только можно прервать на пару минут.

При подходящей погоде выбиралось достаточно большое ледяное поле, сходили на него; судно в это время отходило на расстояние до одного километра. В течение всего перехода наблюдения производились наводки на солнце, следя, таким образом, за изменением астрономического меридиана на горизонтальном круге прибора. В промежутках между наводками на солнце, которые делались обычно группами по 2—3 (чтобы можно было заметить ошибки в отдельных наводках), производились магнитные наблюдения. Таким образом по астрономическим данным можно было из магнитных наблюдений исключить поворот льдины. Может возникнуть вопрос, не изменялся ли дрейф льда вследствие приливо-отливных течений, трения о другие поля и т. д. в промежутке между астрономическими наводками, когда делались магнитные отсчеты. Во всех сделанных наблюдениях две наводки на магнит, производившиеся во время такого перерыва, занимали не более 6 минут. Мало вероятно, что за такой короткий промежуток времени характер причин, влияющих на дрейф, мог измениться. Во всяком случае сведения, которые нам давали навигаторы о дрейфе и о течениях за время наблюдений, не давали указаний на такую изменчивость. Если же дрейф устойчив в каждый из таких промежутков, то представляется возможным без большой ошибки исправить за дрейф магнитные отсчеты на основании результатов соседних групп астрономических наблюдений. На основании сказанного выше была выбрана следующая схема наблюдения склонения вместе с астрономическими наблюдениями:

1) группа наблюдений солнца,
2) две наводки на магнит,
3) группа наблюдений солнца,

4) две наводки на магнит,
5) снова группа наблюдений солнца,

и т. д. до окончания наблюдений склонения, заканчивая все серией солнечных наблюдений.

Ниже в табл. 2 приводятся примеры изменения азимута от наводки к наводке в различных случаях.

Таблица 2

Группы	Отсчеты	Средняя разность
	4/VIII	
1	209°17′,7; 19′,2	209°18′,4
2	209 15,2	209 15,2 3′,2
3	209 10,4; 14,5	209 12,4 2,8
4	209 10,7; 10,1; 9′,6	209 10,1 2,3
5	209 09,2; 8,0	209 08,6 1,4
	24/VIII	
1	77°29′,5; 27′,4	77°28′,4
2	77 11,4; 9,9; 5′,4	77 08,9 19′,5
3	77 34,6; 30,9; 29,5	76 31,7 37,2
4	76 07,0; 4,1; 4,8; 2′,3	76 04,6 27,1
5	75 41,1; 34,6; 37,1	75 37,6 27,0
	8/IX	
1	85°11′,9; 11′,4	85°11′,6
2	85 14,8; 12,2; 11′,5	85 12,8 1′,2
3	85 14,7; 15,4; 15,4	85 14,2 2,4
4	85 20,2; 21,8; 21,0	85 21,0 5,8

В первом столбце указана группа, к которой относятся последующие отсчеты. Затем для каждого из трех дней отсчеты астрономического меридиана, соответствующие отдельным наводкам на солнце, средние из каждой группы наводок и, наконец, разности между средними из групп, характеризующие угловой поворот ледяного поля. Здесь приведены лишь три случая наиболее значительного дрейфа, из которых один, 24 августа, был особо заметным.

Разности между средними из групп дают возможность составить представление об изменении дрейфа в течение наблюдения. Как видно из них, размеры этого изменения от промежутка к промежутку дают основание не считаться с ним. Следует указать, что 24 августа вторая разность (37′,2) соответствует промежутку времени вдвое большему, чем обычно, т. е. 12 (за это время было сделано 4 наводки на магнит), так что промежутку в 6 здесь соответствует величина 18′,6.

Полученные из астрономических наблюдений результаты были использованы для вычисления склонений следующим образом. Из отсчетов астрономического меридиана на горизонтальном круге прибора, полученных для двух первых групп, мы принимали дрейф льда равномерным и вычисляли отсчет, соответствующий астрономическому меридиану прибора для момента двух первых наводок на магнит склонения. К этому же отсчету приводились остальные наводки на магнит, вводя в отдель-

ные отсчеты поправки, рассчитанные на основании известного нам изменения положения меридиана прибора. Таким образом, все наблюдения склонения оказались приведенными к одному и тому же положению деклинатора. Конечно, точность полученного таким образом результата должна быть ниже, чем та, что получается на твердой земле. Мы предполагаем, что вместо ±2—3 надо считать ±3. Производить наблюдения наклонения горизонтальной составляющей на подвижном льду было весьма рискованно, вследствие отсутствия данных углового поворота полей. Впоследствии, однако, 24 августа, 2 сентября и 8 сентября были сделаны наблюдения и наклонения, так как дрейф за 20 минут, которые были необходимы для выполнения этого наблюдения 1 стрелкой, не превышал 1° и, следовательно, поправка была порядка 1′. Это дает право считать излишним введение исправления в полученные значения за изменение меридиана. Что же касается горизонтальной составляющей, то ее можно было определить только по качаниям. Это было сделано 2 сентября, когда уверенность в вероятности лишь очень малого движения льда была больше, чем в других случаях.

На основании сказанного можно заключить, что, располагая удобными приборами, возможно произвести достаточно детальную и точную съемку в районе битого льда; другими словами, эта задача вполне выполнима в большей части Карского моря.

Для определения с достаточной точностью горизонтальной и вертикальной составляющих безусловно необходимо при снабжении полярных экспедиций принять весы Шмидта для H и Z; быстрота установки и наблюдения на них в соединении с большой точностью, конечно, помогут успешности работы. Что же касается наблюдения за положением их точки нуля, то это легко достижимо путем совместной работы с абсолютными приборами на твердой земле. Кроме того, наличие их дает возможность изредка проследить за вариациями H и Z. Другие приборы едва ли также удобны для работы на льду.

Приведение к эпохе

Располагая лишь результатами непосредственных наблюдений, бесполезно вводить какие бы то ни было поправки, кроме приведений к стандартным приборам Слуцка. Мы еще не выработали более или менее надежного способа исправления за вариации наблюдений, производящихся в Арктике. Те способы, которые иногда применялись для этого, а также и для приведения к эпохе, нельзя считать пригодными — они недостаточно обоснованы.

Наблюдения в экспедиции «Седова» производились как в районе максимальной изохизмы, так и много севернее ее. Между тем несомненно, что при этом меняется не только размер вариации, но даже и самый характер ее. Об этом свидетельствует работа, производившаяся в последнее время, в частности Н. В. Пушковым в Слуцкой магнитной обсерватории. Следовательно, до проработки и хотя бы до предварительного выяснения вопроса о распределении вариаций в Арктике нельзя достаточно надежно пользоваться данными Земли Франца-Иосифа, Диксона и Маточкина Шара для съемки в Карском море. Иначе это приведение, сделанное по обычным правилам, было бы только формальным и ухудшающим результаты.

Поэтому даются, как это сделано и в экспедиции на «Мод», результаты так, как они получены из самого наблюдения.

Описание пунктов наблюдения [1]

Ниже приводятся краткие описания пунктов наблюдения на островах. Эти описания, конечно, отсутствуют для случаев наблюдения на льду. Нумерация пунктов соответствует порядку, указанному в таблице результатов абсолютных магнитных наблюдений.

1. Мыс Желания. К северо-востоку от пункта № 1 экспедиции 1932 г. на г/с «Таймыр», в 9 шагах к северо-востоку от него, в 10 шагах

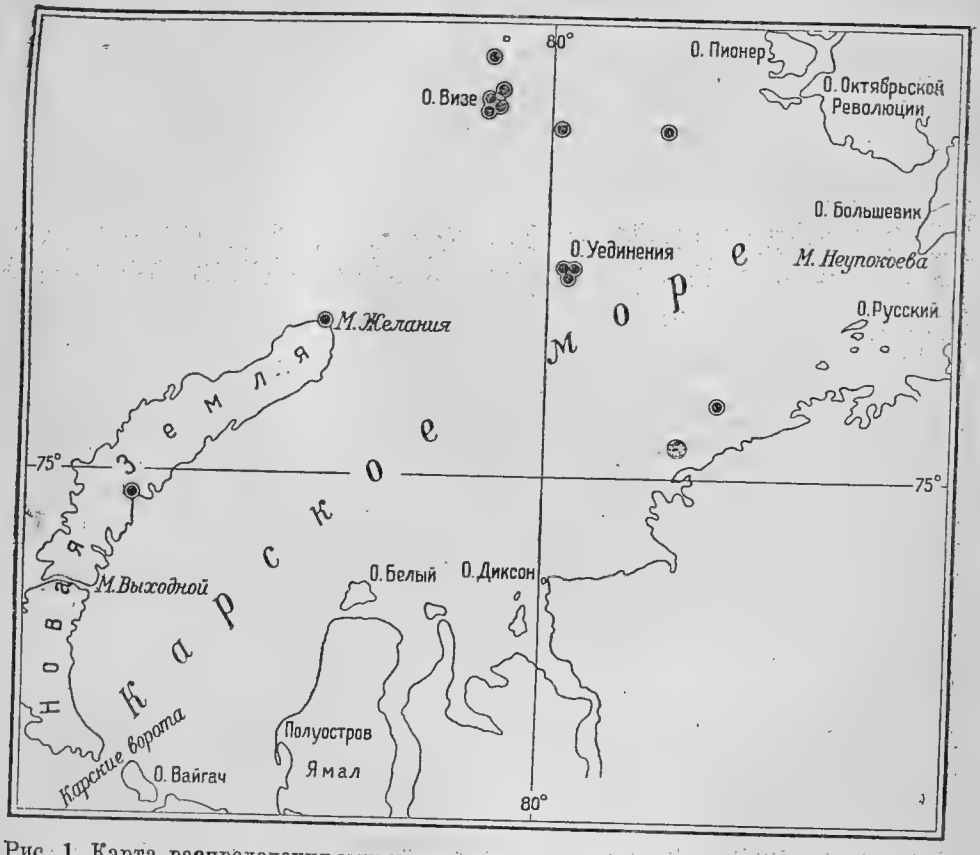


Рис. 1. Карта распределения магнитных пунктов экспедиции на л/п „Седов" 1934 г.

от креста, поставленного Г. Седовым, на площадке, покрытой выветрившимися сланцами. Мира — основание южной радиомачты зимовки. Кроме наблюдения с этой точки, было сделано дополнительное определение азимута южной радиомачты со столба, поставленного «Таймыром». Географические координаты места взяты из материалов экспедиции на «Таймыре».

Азимут южной мачты радиостанции:

с пункта равен 53°17′6″

со столба равен 54°05′4″

4. Остров Визе (у астропункта). К северо-востоку от столба, установленного в 1934 г. экспедицией «Седова» для астроно-

[1] Пункты 2, 3, 8 и 12 произведены на льду.

Таблица 3

Результаты абсолютных магнитных наблюдений

№ по пор.	Название пункта	Широта	Восточная долгота от Гринича	Дата	Склонение		Наклонение		Горизонтальное состояние		Примечание
					Среднее Гриничск. время	Значение	Среднее Гриничск. время	Значение	Среднее Гриничск. время	Значение	
1	Мыс Желания .	76°57′,0	68°35′,5	24 VII	16 ч. 24 м.	26°28′,8	—	—	—	—	
2	„Ледяной остров“	79 14,5	79 33,0	31 VII	16 0	41 33,6	—	—	—	—	Заметен дрейф льда
3	На льду	78 49,2	86 49,0	4 VIII	8 8	35 18,0	—	—	—	—	
4	Остров Визе (I) .	79 29,0	76 55,2	9 VIII	12 19	34 1,1	14 ч. 48 м.	84°52′,4	13 ч. 25 м.	0,04893	
5	„ „ (II)	79 29,6	76 57,0	10 VIII	9 52	33 35,1	—	—	—	—	
6	„ „ (III)	79 32,8	77 10,8	11 VIII	—	—	13 16	84 47,6	12 10	0,04780	
7	„ „ (IV)	79 29,0	76 54,5	16 VIII	6 48	34 35,1	—	—	—	—	
8	На льду	79 57,0	76 32,0	24 VIII	9 31	34 10,3	10 9	84 54,0	—	—	
9	Остров Уединения (I)	77 28,5	82 22,8	30 VIII 31 VIII	3 29 —	32 27,5 —	— 12 16	— 84 33,6	— 14 27	— 0,04842	
10	Остров Уединения (II)	77 28,5	82 16,8	31 VIII	2 32	32 28,5	3 37	84 35,1	2 59	0,05259	
11	На льду у о. Уединения . . .	77 26,7	82 31,0	2 IX	9 20	32 25,9	10 5	84 38,4	9 38	0,04588	
12	На льду	76 22,2	85 51,2	8 IX	8 11	29 18,9	8 30	83 59,6	—	—	
13	Мыс Желания .	76 57,0	68 35,5	22 IX	11 29	26 16,7	11 4	83 57,0	11 56	0,06542	
14	Остров Пахтусова	74 25,7	59 20,0	25 IX	10 13	24 38,1	9 39	81 28,6	10 34	0,07851	

мических наблюдений. В 100 шагах от него к северо-западу. На северо-западном склоне балки, в 20 шагах от ее дна. Координаты пункта взяты из произведенных тогда же астрономических наблюдений. Мира — верхушка приметного камня.

5. Остров Визе (у юго-восточной реки). На оконечности косы у устья первой большой реки к юго-востоку от астрономического пункта «Седова» на равном расстоянии от берега с трех сторон. Географические координаты с топографической карты этого берега, заснятого в то же время. Мира — бревно плавника.

Рис. 2. Навигационный знак на о. Визе.

6. Остров Визе (у северной реки). К югу от соленой реки, что около 6 км к северу от знака. На берегу моря у припая, в 10 шагах от него и в 3 шагах от ската холма. Географические координаты взяты из указанной выше топографической карты острова.

7. Остров Визе (у лагеря). К северо-западу от лагеря экспедиции на острове. В 10 шагах к северо-востоку от вспомогательной астрономической точки на створе базисных вышек топографов. Географические координаты взяты из производившихся одновременно астрономом экспедиции наблюдений.

Мира — вертикальная ось оснований теодолита Керна, стоявшего на треноге.

9. Остров Уединения (у южного озера). На пересыпи между озером и морем. На южной стороне острова у лагеря и авиабазы. В 70 шагах к северо-востоку от астрономического знака, установленного в 1934 г. «Седовым». Около 1 км к востоку от начала холмистой части острова. Координаты взяты из астрономических наблюдений, произведенных одновременно с магнитными.

10. Остров Уединения (у юго-западной реки). На южной оконечности холмистой части острова. На западном склоне балки реки. В пятой по порядку от берега моря долинке северного ската.

К северо-западу от навигационного знака. Координаты пункта взяты из топографической карты, снятой в эти же дни экспедицией.

11. Остров Уединения (на льду). К югу от острова на расстоянии около 4—5 км на береговом припае. Координаты пункта определены топографами во время съемки острова путем засечек.

13. Мыс Желания. На столбе экспедиции на «Таймыре». Азимут миры равен 54°05′,4. Мира — южная мачта радиостанции.

14. Остров Пахтусова. На северном острове из группы Пахтусова. В бухте у зимовья промышленников. На астрономическом столбе, поставленном астрономом экспедиции М. М. Ермолаева В. П. Шевлягиным. В 41 шаге от берега моря и 77 шагах к юго-западу от избушки зимовщиков.

Мира — вешка базиса топографов экспедиции М. М. Ермолаева. Азимут миры равен 105°13′,8.

ТРУДЫ АРКТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ТОМ 83. ЛЕНИНГРАД. 1937. СТР. 35—73.
TRANSACTIONS OF THE ARCTIC INSTITUTE
VOL. 83. LENINGRAD. 1937. PP. 35—73.

ИЗУЧЕНИЕ РЕЛЬЕФА ДНА КАРСКОГО МОРЯ

И. А. КИРЕЕВ

I. О ВЫЧИСЛЕНИИ ПУТИ «СЕДОВА» В 1934 ГОДУ

Весь путь, пройденный «Седовым» с научноисследовательскими целями от мыса Желания (26 июля) до Маточкина Шара (26 сентября), вычислен по методу точного счисления. Преимущества этого способа исправления счислимого пути за невязку перед всякого рода иными способами так называемой «развязки» (графическим путем) до такой степени очевидны, что они не нуждались бы здесь в пояснениях, если бы пользовались среди полярных исследователей общим признанием.

Основным недостатком прокладки и графической развязки является, конечно, их грубость, особенно при применении ходовых карт в масштабе 1 : 1 000 000 и мельче. В общем случае прокладка, которая необходима для целей кораблевождения, должна итти своим чередом, а счисление также своим чередом, причем прокладка систематически должна исправляться путем счисления. Ненадежность картографической основы сама по себе не является поводом для отказа от счисления, но зато ненадежность методов кораблевождения при плавании во льдах вовсе не позволяет определить мало-мальски точные координаты ни графическим, ни письменным путем. Другими словами, точное счисление, конечно, не имеет существенных преимуществ перед прокладкой, если не обращено существенного внимания на уточнение счисления, т. е. если не определяется дрейф, если ненадежен компас, если не ведется журнала счисления на мостике, если делаются слишком длинные галсы и т. д. Самый термин точное счисление указывает на необходимость всемерно уточнять счислимый путь, иначе не помогут никакие схемы, а путь судна нельзя будет нанести на навигационные карты; вместе с тем и ценность всех произведенных научных исследований будет по меньшей мере сомнительна.

Техническая трудность введения поправок на дрейф графическим путем и все прочие затруднения легко устраняются при применении любой схемы точного счисления. В данном случае применялись схемы, выработанные автором. Не вдаваясь в технические подробности, здесь достаточно остановиться лишь на вопросе о степени точности полученных результатов.

Нетрудно определить вероятную ошибку в вычислении координат каждой точки морского промера, если имеются следующие данные:

а) вероятная ошибка координат опорных точек,

б) вероятная ошибка определений места в открытом море,

в) вероятная ошибка в определении элементов дрейфа,

г) вероятная ошибка в определении поправки компаса.

При вычислении, например, пути «Малыгина» 1935 г. все эти элементы были известны, и для определения степени точности промера мы поступили следующим образом:

1) весом являлась средняя вероятная ошибка на каждом участке, пройденном между двумя обсервованными пунктами;

2) общая точность координат определялась не как ошибка результата, а как среднее арифметическое из вероятных ошибок на каждом участке; таким образом выяснилось, что средняя ошибка в вычислении координат морского промера составила всего ±0,25 мили.

Произвести подобное же исследование для пути «Седова» 1934 г. не удалось, так как, во-первых, в этом случае отсутствуют данные, позволяющие установить среднюю ошибку обсерваций секстаном, и, во-вторых, не имелось гирокомпаса. Последнее обстоятельство не могло не иметь отрицательного влияния на точность счисления, причем влияние ошибок в определении поправки компаса в некоторых случаях могло быть существеннее, чем влияние ошибок в определении дрейфа, а в некоторых случаях — наоборот, но судить об этом с достаточной точностью очень трудно. Короче говоря, удалось установить вероятную ошибку вычисленных координат лишь на тех галсах, где имелась надежная поправка компаса и где достаточно часто определялся дрейф.[1] Таким образом, если считать, что точность обсерваций секстаном была в среднем не ниже, чем в 1935 г. на «Малыгине» (±1,2 мили), а точность определения места по пеленгам (по магнитному компасу) была ±0,2 мили, то средняя ошибка в вычислении координат большей части пути «Седова» составит ±0,75 мили[2] при крайних значениях от 0,2 до 2 миль. Там, где условия плавания были наиболее неблагоприятными (например, на восточном галсе), ошибки могли быть больше, однако нет оснований полагать, что они где-либо превысили ±3 мили, поэтому среднюю точность координат всего пути, пройденного «Седовым», можно принять близкой к ±1 миле.[3]

Одним из преимуществ точного счисления является возможность исключить из общей величины сноса влияние ветрового дрейфа (в тех случаях, когда направление ветра отличалось от галфинда не более, чем на 30°) и получить таким образом вероятные элементы поверхностного течения (их средние значения на данном галсе). В данном случае это удалось сделать в ряде случаев. Так, например, на галсе, сделанном от о-вов Арктического института к мысу Желания (20—22 сентября), получена была средняя скорость течения около 0,5 узла по направлению на 36°, что хорошо согласуется с динамической картой течений, составленной А. Ф. Лактионовым и Л. Л. Балакшиным.

---

[1] Дрейф на остановках определялся лотом по секундомеру (см. сборник «Северный морской путь», № 5, 1936). Всего было произведено 46 надежных наблюдений. Исключив из суммарной величины дрейфа влияние ветра (см. сборник «Северный морской путь», № 4, 1936), мы получали элементы поверхностного течения; при этом в открытом море получалось достаточное сходство с динамической картой течений А. Ф. Лактионова и Л. Л. Балакшина («Труды Аркт. инст.», т. LXIV, 1936), а в прибрежной зоне, под влиянием приливо-отливных течений, естественно, замечалось расхождение.

[2] Т. е. втрое больше, чем в 1935 г. в экспедиции на «Малыгине».

[3] Пользуясь схемами точного счисления, можно получить координаты точек с любой точностью. В данном случае вычисления сделаны до 0′,1 по широте и до 0′,5 по долготе, т. е. точнее, чем это имело место в действительности, но это вызвано соображениями об удобстве накладки точек на карты крупного масштаба.

II. ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С ВЫЧИСЛЕНИЕМ ПУТИ

1. О технике астрономических наблюдений секстаном

По вопросу о применении в Арктике секстана существует ряд теорий, основанных на опыте различных наблюдателей, из которых каждый, в соответствии со своими индивидуальными свойствами и качествами секстана, рекомендует свой метод как наиболее совершенный.

Один полагает, что выгоднее брать лишь одну надежную высоту солнца, а не серию высот, другой придерживается обратных взглядов; один считает, что при наличии льда нецелесообразно наблюдать при большой высоте глаза, другой не придает этому элементу никакого значения; один берет высоту при первой представившейся возможности, другой предпочитает вовсе не брать сомнительных высот; один наблюдает солнце при любом часовом угле, а другой вовсе не доверяет способу Сомнера и определяет лишь широту или долготу при наиболее выгодных условиях. Автор, которому за время его плаваний случалось производить наблюдения в различных морях и океанах и который в данной экспедиции был единственным наблюдателем, пришел по этому вопросу к следующим выводам.

Каждая из приведенных выше теорий быть может и верна по существу; возможно, что и нет никакой общей единой методики и что в каждом отдельном случае надо поступать в зависимости от обстановки. Но дело не в этом. Слабой стороной всех перечисленных методов является то обстоятельство, что ни один из них, насколько известно, не был подкреплен реальными данными, полученными путем сравнения результатов обсервации секстаном с результатами более точных наблюдений. И не так легко произвести подобное сравнение, для которого требуются особые условия: чтобы исключить влияние неверности поправки компаса, надо иметь возможность определить место по углам между точно нанесенными на карту береговыми предметами, причем горизонт не должен быть закрыт берегами. Так или иначе, в печати отсутствуют какие-либо статистические сведения по этому вопросу.

Большой материал для сравнений получен в экспедиции 1935 г. на «Малыгине», что же касается данной экспедиции («Седов» 1934 г.), то судить о степени надежности определений места секстаном можно только по четырем примерам, а именно:

1) 17 августа у западного берега о. Визе по сомнеровой линии был получен перенос 9 миль по азимуту 306°, что соответствует с точностью около 1 мили перемещению острова по данным Б. А. Орлова;

2) 2 сентября во время стоянки у пришая о. Уединения, когда астроном находился еще на берегу и на судне были известны лишь координаты, определенные в 1933 г. экспедицией на «Челюскине», место «Седова» было надежно определено по углам; обсервация по двум сомнеровым линиям и по широте показала, что остров нанесен на карту на 4,5 мили северо-западнее, что и подтвердилось по данным Б. А. Орлова; линейное расхождение с этими данными составило всего 0,4 мили;

3) 10 сентября четыре наблюдения (долгота, две сомнеровых линии, широта), произведенные поблизости от о. Свердрупа, дали расхождения с навигационными определениями около одной мили;

4) 25 сентября долгота, определенная в двух милях к востоку от о. Пахтусова, не совпала с прежними данными на 2,5 мили, что подтвердилось по результату определения астрономического пункта.

Кроме того, были и иные, менее показательные материалы сравнительного характера, свидетельствовавшие все же об удовлетворительных качествах обсерваций секстаном.

Во всех перечисленных выше случаях всегда бралась серия высот, и из них учитывались наиболее надежные по четкости горизонта (о чем делалась пометка в записной книжке). Подобным же образом делалось и в экспедиции 1935 г. на «Малыгине», и положительные итоги сравнений, сделанных в двух экспедициях, должны быть достаточно убедительными. К этому можно добавить следующие соображения.

1) Если придерживаться теории взятия лишь одной высоты, т. е. если выжидать гадательный момент наступления наиболее благоприятных условий, то он может никогда не наступить, и через несколько минут после того, как показалось солнце, оно может скрыться в облаках, или же горизонт может затуманиться, и возможность обсервации будет потеряна вовсе.

2) По общему правилу производства всякого рода полевых наблюдений однократное наблюдение никогда не гарантирует от промаха. Из практики секстанных определений известен ряд случаев, когда промахи делались и очень опытными наблюдателями.

Что касается условий наблюдения при наличии на горизонте льда, то, как видно на рис. 1, ошибка в измерении высоты светила уменьшается с увеличением высоты глаза наблюдателя. Но если учесть даже наибольшую высоту (редко более 4 м) торосов, которые могут оказаться на горизонте, то абсолютная величина ошибки, вообще не превышающей 1′, не окажет существенного влияния в том случае, если почему-либо удобнее производить наблюдения при меньшей высоте глаза. Вообще впредь до составления надежной таблицы наклонения видимого горизонта в высоких широтах приходится воздержаться от окончательного суждения по этому вопросу, так как возможно, что в вопросе о выборе высоты глаза решающую роль будет играть соображение о том, на какой именно высоте ошибка в определении наклонения видимого горизонта будет наименьшей. Но при этом не надо упускать из виду правило, на которое обычно не обращается внимания: подобно тому, как на суше табличная величина коэфициента земной рефракции искажается в приземном слое и поблизости от предметов, нагретых солнцем, и на судне точность наблюдений может пострадать, если они не производятся на открытом месте, подальше от кожухов, труб, стенок рубок и пр.

В экспедиции 1934 г. солнце светило очень скупо, и под влиянием этой и иных причин не удалось получить исчерпывающих данных для составления таблицы наклонения видимого горизонта. В нашем распоряжении находился прибор Пульфриха № 5427 фирмы Цейсс, предоставленный нам Убекосевером.[1] Наклонение видимого горизонта определялось обычно при каждом наблюдении секстаном; сперва измерялась высота солнца, а затем определялось наклонение, поэтому в тех немно-

[1] К сожалению, не удалось получить этот прибор для экспедиции 1935 г. на «Малыгине», где имелась полная возможность произвести подробное и исчерпывающее исследование.

гих случаях, когда горизонт затуманивался прежде, чем удавалось произвести наблюдение прибором Пульфриха, для исправления высоты учитывалась средняя величина наклонения, которая выяснилась уже в первой половине плавания. Сводка всех наблюдений дана в прилагаемой таблице. Каждое наблюдение представляет среднее арифметическое из четырех отсчетов, сделанных с поворотом прибора на 180° (для устранения погрешности места нуля) и с поворотом наблюдателя на 180° (для получения двукратных отсчетов). Из 54 наблюдений 9 (№ 1, 4, 8) сделаны А. И. Блохиным в форме вертикального разреза (от верхней палубы до ледовой бочки), а остальные 45 произведены автором.

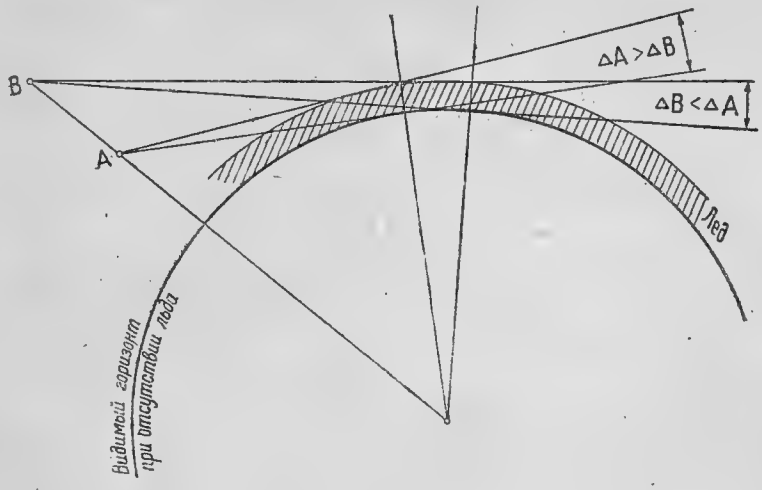


Рис. 1. Схематическое изображение возможных ошибок при определении высоты светила.

Обращают на себя внимание следующие обстоятельства.

1) Изменение высоты глаза наблюдателя в пределах от 5,5 до 16,5 м не оказывает сколько-нибудь существенного влияния на величину наклонения видимого горизонта.

2) Двухмесячный период, в течение которого производились наблюдения, отличался сравнительной устойчивостью метеорологических факторов, так или иначе влияющих на величину наклонения, хотя в общем надо заметить, что нельзя усмотреть никакой явной зависимости между величиной наклонения и каким-либо из метеорологических факторов (при данном числе наблюдений и при данных амплитудах крайних значений t° воздуха, влажности и пр.).

Учитывая оба эти обстоятельства, можно в виде первого приближения, с точностью до $\pm 0',4$, построить вероятную кривую значений наклонения в зависимости от высоты глаза (рис. 2). Она представляет осредненное значение для показанной в таблице географической зоны и для периода с 26 июля по 24 сентября. Как видно на рис. 2, эта вероятная кривая резко отличается и по характеру и по абсолютной величине ординат от нормальной кривой, выведенной для низких широт и составленной по табл. 26 «Мореходных таблиц». Сказанным подтверждается необходимость дальнейшего углубления экспериментальных исследований как в этой области, так и в вопросе о суточном

ходе коэфициента земной рефракции, об абсолютной величине этого коэфициента и о степени пригодности для полярных условий табл. 15 «Мореходных таблиц».

Отсутствие точных данных по всем этим вопросам является одной из причин, оказывающих неблагоприятное влияние на точность обсервации, особенно при способе Сомнера. Однако из опыта плавания на «Седове»,[1] следует, что с помощью хорошо выверенного секстана, при спокойном и внимательном отношении к делу, т. е. при соблюдении общих правил производства всякого рода наблюдений, можно получить вполне удовлетворительные результаты. Но никогда не следует довольствоваться тем, что обсервация уже имеется; надо производить наблюдения при каждом появлении светил. В данной экспедиции не было упущено ни одного случая, позволявшего произвести наблюдения.

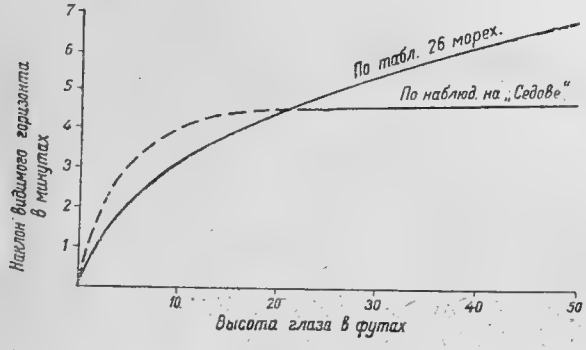


Рис. 2. Вероятная кривая значений наклонения в зависимости от высоты глаза наблюдателя.

2. О счислении при плаваниях в сплоченных льдах

При плавании в сплоченных льдах в первое время, с 30 июля по 9 августа, применялся так называемый упрощенный метод Макарова, т. е. каждые 5 минут записывались курс, на котором судно в данный момент лежит, и глазомерно определенная скорость, которую судно в данный момент имеет. В соответствии с частотой морского промера счисление велось по участкам длиной по 3 мили. Средние арифметические из пятиминутных курсов и скоростей принимались для данного участка за генеральный курс и за среднюю скорость; последняя делилась на 12, и результат принимался за генеральное плавание.

Путь, пройденный «Седовым» с 30 июля по 7 августа, в ледовом отношении был очень тяжелым, и обстоятельство, о котором будет итти речь, могло стать роковым, если бы оно не было во-время учтено. На этом так называемом «восточном» галсе предполагалось сделать разрез от о. Визе на архипелаг Сергея Каменева. По счислению, 3 августа, когда «Седов» встретил 8—10-балльные тяжелые поля и почти не двигался с места, до архипелага оставалось около 30 миль, и, естественно, существовало намерение дождаться улучшения ледовых условий и так или иначе закончить разрез. К тому же зимовщики, за которыми должен был зайти «Садко», сообщали, что состояние льда в их районе как будто улучшается. Однако обсервации 4 и 5 августа показали, что счисление значительно опережает истину; и принятое накануне решение — отказаться от продолжения разреза и повернуть на S (а затем на W) — оказалось вполне своевременным.

Итак, пройденное расстояние преувеличивалось, и в среднем это преувеличение составило около 20%. Явление это нельзя было объяснить влиянием ветра или течения. Наоборот, 4 и 5 августа был обна-

[1] С полной очевидностью подтвержденного в 1935 г. на «Малыгине».

Таблица 1

Наклонение видимого горизонта

№ по порядку	Дата	Время		Координаты		Высота глаза наблюдателя в метрах				t° воздуха	Влажность		t° воды
		ч.	м.	φN	λO	5,5 (ют)	7 (ботдек)	11,5 (верхний мостик)	16,5 (бочка)		абсолютн.	относительная	
	Июль												
1	26	16	20	76°54′	69°30′	4,8		5,0	4,6	2,4	5,2	95	—1,0
2	28	10		77 43	74 02	4,2				0,0	4,5	98	—1,1
3	28	12	30	77 47	74 05	4,1				0,0	4,5	98	—1,1
4	28	15		77 47	74 05	5,6		4,4	4,6	—0,3			—1,2
5	29	12	15	78 43	75 06	3,9				0,3	4,5	97	—1,4
	Август												
6	1	9		79 16	80 31		3,6			1,1	4,7	94	—1,0
7	4	12		79 02	85 57		5,5			—0,4	4,1	94	—1,4
8	4	13	30	79 02	85 56	5,5	5,5	5,2	5,0	—0,4	4,1	94	—1,4
9	5	12	30	79 00	85 40		4,5			0,4	4,5	97	—1,2
10	6	13		79 06	84 25		5,6			1,5	4,8	93	—1,3
11	6	15	15	79 06	84 23		4,4			0,8	4,6	94	—1,3
12	7	16	30	78 53	80 50		4,4			0,6	4,7	98	—1,5
13	8	12		78 59	75 02		3,6			0,1	4,5	98	—1,2
14	8	15		79 00	75 02		3,9			0,2	4,4	96	—1,2
15	8	15	45	79 03	75 03		3,2			0,2	4,4	96	—1 2
16	17	8	20	79 28	76 16		5,5			0,2	4,4	94	—1,2
17	18	16	40	80 15	75 23		4,1			—0,6	4,3	97	—1,3
18	20	10	40	80 34	70 08		4,6			—1,2	3,8	93	—1,7
19	20	11	45	80 34	70 08		4,6			—1,0	3,9	92	—1,7
20	20	13	25	80 34	70 08		4,7			—0,2	4,2	93	—1,7
21	21	8	35	79 49	69 36		4,0			—1,1	4,2	97	—1,6
22	21	16	35	79 30	69 30		4,5			0,1	4,5	98	—1,6
23	21	19	15	79 27	69 58		4,5			—0,3	4,4	97	—1,1
24	22	12	50	79 20	74 14		4,4			—0,3	4,2	94	—1,0
25	25	16		79 12	76 43		4,6			1,2	4,7	92	—1,3
26	27	8	40	78 27	82 23		4,2			—1,9	3,5	90	—1,5
27	29	7	30	77 33	81 29		4,2			—1,8	3,4	88	—1,5
	Сентябрь												
28	2	8	55	77 26	82 30			5,0		—2,9	3,1	84	—1,7
29	2	12		77 26	82 30			4,5		—2,5	3,2	85	—1,7
30	3	16		77 26	84 02		4,4			—2,8	3,0	80	—1,6
31	5	8		77 44	87 25			5,7		—2,4	3,4	90	—1,6
32	6	6	35	76 46	88 50		4,5			—3,4	2,8	92	—1,5
33	6	8	45	76 41	88 45		4,3			—3,1	2,9	93	—1,5
34	6	12	20	76 42	88 18		4,5			—4,3	3,4	95	—1,5
35	6	17	15	76 33	87 28			4,9		—2,8	3,5	93	—1,6
36	8	10		76 22	86 18			4,7		—4,0	3,2	95	—1,5
37	8	11	30	76 22	86 11			5,5		—3,7	3,2	93	—1,5
38	8	13	30	76 22	86 08		4,6			—3,6	3,2	93	—1,5
39	9	11	10	76 10	82 20			4,5		—1,1	4,0	94	—1,3
40	10	6	50	74 53	79 56			4,6		1,0	4,6	95	0,0

Продолжение таблицы 1

№ по порядку	Дата	Время ч.	Время м.	Координаты φN	Координаты λO	Высота глаза наблюдателя в метрах 5,5 (ют)	7 (ботдек)	11,5 (верхний мостик)	16,5 (бочка)	t° воздуха	Влажность абсолютн.	Влажность относительная	t° воды
	Сентябрь												
41	10	12		74°29′	80°12′		4,4			1,2	4,9	98	1,0
42	19	8	30	76 02	85 50			4,2		—3,0	3,6	97	—1,3
43	19	12	40	76 08	84 54			4,7		—3,4	3,4	97	—1,3
44	23	10	35	76 19	68 50			4,7		—4,2	3,2	96	—0,1
45	23	16		76 04	69 00			5,1		—2,5	3,4	90	—0,8
46	24	9	15	75 07	65 23			4,8		0,4	4,0	84	0,0
					Σ =	28,1	124,8	77,5	14,2	—51,5	179,0	4211	—56,7
					n =	6	28	16	3	46	45	45	46
					ср. =	4,7	4,5	4,8	4,7	—1,1	4,0	94	—1 2
	Крайние значения:												
	максимум .					5,6	5,6	5,7	5,0	2,4	5,2	98	1,0
	минимум .					3,9	3,2	4,2	4,6	—5,4	2,8	80	—1,7
	Амплитуда колебаний .					1,7	2,4	2,5	0,4	7,8	2,4	18	2,7

ружен явный дрейф на NW, тот самый дрейф, который несколько дней спустя увлек «Садко»,[1] следовательно пройденное по счислению расстояние преувеличивалось больше, чем на 20% (т. е. больше, чем

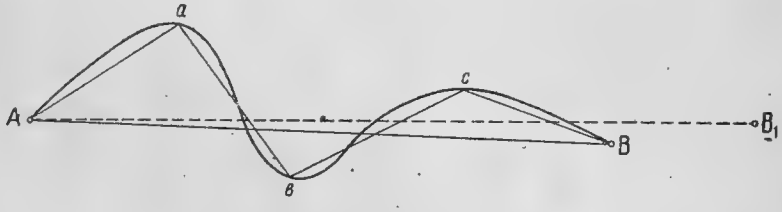


Рис. 3.

показывали обсервации). Причина заключалась, с одной стороны, в субъективных качествах судовых штурманов, которые склонны были преувеличивать скорость хода, а с другой стороны — в искажении идеи, положенной в основу метода Макарова. Это простейшее явление пояснено на рис. 3.

[1] 8 августа при встрече «Седова» и «Садко» в 37 милях на SSW от о. Визе автор, давая сведения о состоянии льда на пути к зимовке, автор предупреждал о явной невозможности достигнуть зимовки по маршруту «Седова» и настоятельно советовал искать подхода с юга, использовав затем дрейф на NW, который 4 и 5 августа действовал против ветра и который в настоящее время находит себе объяснение по результату экспедиции 1935 г. на «Малыгине».

Допустим, что судно переместилось из точки A в точку B, пройдя по кривой $AabcB$, причем в точках A, a, b, c и B были записаны пятиминутные курсы K_A, K_a, K_b, K_c и K_B. На коротких участках Aa, ab, bc и cB длину кривых можно без ощутительной погрешности принять равной длине соответствующих прямых; истинный путь судна изобразится ломаной линией $AabcB$. Ясно, что средний курс

$$K_{ср} = \frac{K_A + K_a + \ldots\ldots + K_B}{5}$$

может и не совпасть с истинным генеральным курсом, соответствующим азимуту генерального плавания AB, но уклонение это в общем незначительно. Что же касается генерального плавания, то истинная его величина

$$AB < (Aa + ab + bc + CB).$$

Таким образом, счислимое место B, определенное по расчету

$$AB_1 = \frac{v_a + v_s + v_c + v_B}{12}$$

где v — «пятиминутные» скорости, всегда получается дальше, чем следует (и немного в стороне).

Убедившись на опыте в ненадежности подобного метода, мы предоставили штурманам придерживаться того способа, к которому они привыкли, сами же в среде экспедиционного состава учредили с 17 августа навигационную службу и в виде опыта стали применять неискаженный метод Макарова, изменив лишь схему вычисления.[1]

На практике выяснилось, что вахтенный навигатор в процессе производства судового промера поспевает закончить все вычисления и дать вахтенному штурману генеральные курс и плавание для целей текущей прокладки, которая с тех пор, в связи с прочими мероприятиями (экспериментальное определение дрейфа, ведение прокладки в специальной навигационнсй каюте и пр.), значительно повысилась в качестве; так, например, на «круговом» галсе 24—25 августа вокруг о. Визе относительная ошибка в счислении не превысила 4%. Обширный материал, полученный при практическом применении метода Макарова и использованный в октябре — декабре 1934 г. при вычислении пути «Седова», позволил теперь, после дополнительной проверки метода в экспедиции 1935 г. на «Малыгине», притти к окончательным выводам,[2] свидетельствующим, между прочим, о том, что при больших амплитудах колебаний курса расстояние, пройденное в тяжелых льдах, преувеличивается на величину до 50%; нет ничего удивительного в том, что при этих условиях у многих судов, плававших в тяжелых льдах и не придававших значения упомянутым выше искажениям, невязки в счислении достигали нескольких десятков миль.[3] Таким образом, одним из существенных итогов экспедиции 1934 г. на «Седове» является выработка правил ведения счисления при плавании в сило-

---

[1] Р. Ш. и отшествия вычислялись для каждого пятиминутного промежутка в отдельности.

[2] И. А. Кпреев. Счисление при гидрографических работах в Арктике, Сборник «Северный морской путь», № 6. Изд. Главсевморпути, Л., 1937.

[3] Выводы автора частично были использованы зимой 1935/36 г. при увязке пути «Садко» 1935 г. на участке к востоку от о. Грэем-Белль.

Таблица 2

Характеристика условий плавания л/п „Седов" в экспедиции 1934 г.

Район плавания или наименование галса	Число пройденных миль						Дата перехода	Продолжительность перехода в сутках
	По чистой воде	В разреженных льдах 1—5 балл.	В сплоченных льдах 6—10 балл.	В смешанных условиях (2—8 балл.) вдоль кромки пака	В дрейфе в сплоченных льдах (8—10 балл.)	Итого		
I. С производством океанографических работ								
1. От мыса Желания до о. Визе	9	219	24	—	—	252	26—30 VII	4
2. Восточный галс от о. Визе по направлению к Северной Земле и обратно	—	73	263	—	—	336	30 VII-9 VIII	11
3. От о. Визе по направлению к Земле Франца-Иосифа и обратно	30	97	11	192	—	330	17—22 VIII	6
4. Круговой галс (вокруг о. Визе)	—	150	2	—	—	152	23—26 VIII	3
5. От о. Визе к о. Уединения	—	153	56	31	—	240	26—29 VIII	4
6. От о. Визе в район прежнего места о. Уединения и отсюда к о. Диксона	141	194	111	114	24	584	3—10 IX	8
7. От мыса Дубинского к о-вам „Известий ЦИКа"	46	75	6	—	—	127	18—19 IX	1
8. От о-вов „Известий ЦИКа" к мысу Желания	125	182	16	—	—	323	19—22 IX	3
9. От мыса Желания до восточного входа в Маточкин Шар	341	55	59	—	—	455	23—27 IX	5
Итого	692	1198	548	337	24	2799	26 VII—27 IX	45
В % от общего числа пройденных миль	25	43	19	12	1	100		
II. Без производства океанографических работ								
1. От Архангельска к мысу Желания	990	—	—	—	—	990	19—26 VII	7
2. От о. Диксона до Гольчихи и обратно	244	—	—	—	—	244	15—16 IX	1
3. От о. Диксона до мыса Дубинского	218	—	—	—	—	218	16—18 IX	2
4. От Маточкина Шара до Архангельска	727	—	—	—	—	727	28 IX—2 X	4
Итого	2179					2179	19 VII—2 X	14

ченных льдах; правила эти с успехом могут применяться не только на гидрографических судах, располагающих большим штатом вахтенных навигаторов, но и на любом ином судне.

3. О поведении магнитного компаса

Вопрос о поведении магнитного компаса, не в пример прочим элементам навигационного характера, был освещен в экспедиции далеко недостаточно. Единственное, что удалось провести полностью, это определение девиации главного и путевого компасов:

а) до выхода в море, 19 июля, в Архангельске,

б) во время плавания, 17 сентября, на рейде о. Диксона и

в) по возвращении с моря, 7 октября, в Архангельске.

Насколько известно, подобный материал появляется в печати впервые, поэтому здесь приводятся диаграммы Непира для главного и путевого компасов.

Диаграммы девиации главного компаса (рис. 4) отличаются наличием общего центра 0, в котором пересекаются все три кривых; впрочем, довольно хорошо выражен и второй центр, находящийся в районе точки 0_1. Следующей характерной чертой является полное согласие в ходе кривых, радиус кривизны которых меняется в соответствии с изменением абсолютных величин девиации.

На диаграммах видно, что наименьшие абсолютные величины δ наблюдались перед выходом в плавание 19 июля в Архангельске. На рейде о. Диксона, 15 октября, девиация δ резко увеличилась, по возвращении же судна в Архангельск девиация не вернулась к исходному состоянию, отличаясь от него в среднем на $1^{\circ},1$.[1] При иных условиях это можно было бы объяснить, например, влиянием трения судна о лед[2] или ослаблением направляющей силы вследствие размагничивания стрелки, тем более что между обоими определениями девиации прошло 80 дней. Но в данном случае несомненно, что некоторая доля расхождения между диаграммами 19 июля и 7 октября была вызвана перевозкой на «Седове» нескольких десятков железных бочек с бензином, принятых до 19 июля, погруженных частью в носу, на верхней палубе, в сравнительно небольшом расстоянии от компасов, и выгруженных частью на мысе Желания (26 июля и 23 сентября), частью на о. Уединения (2 сентября).

Об этом свидетельствуют, между прочим, сравнительно большие значения коэфициента D, а также то обстоятельство, что компасы были очень чувствительны и заметно реагировали, например, на поворот подъемной стрелы на борт.[3]

---

[1] Для удобства сравнения таблиц девиации, определенной в разное время и в различных пунктах, целесообразнее рассматривать среднюю девиацию $\delta_{ср}$, полученную делением суммы абсолютных величин δ, вычисленных для данного случая, на число румбов, для которых вычислена таблица δ. Это арифметическое среднее $\delta_{ср}$ будет свободно от влияния коэфициента A, элементы которого (величина и знак) характеризуются алгебраическим средним из тех же значений δ.

[2] По аналогии с наблюдающимся на военных кораблях расстройством девиации после стрельбы из орудий, предполагается, что плавание в тяжелых льдах оказывает подобное же влияние.

[3] Обстоятельство, которому часто не придают значения и которое существенно искажает счисление наравне с креном судна, влияющим на величину девиации по той причине, что при уничтожении девиации учитывались H^1 и Z^1, определенные при отсутствии крена.

Конечно, для специального гидрографического судна подобные условия являются неподходящими, и если в программу его работ включено всестороннее исследование поведения магнитного компаса (чего в данном случае не было), то оно не должно нести функций транспортного судна.

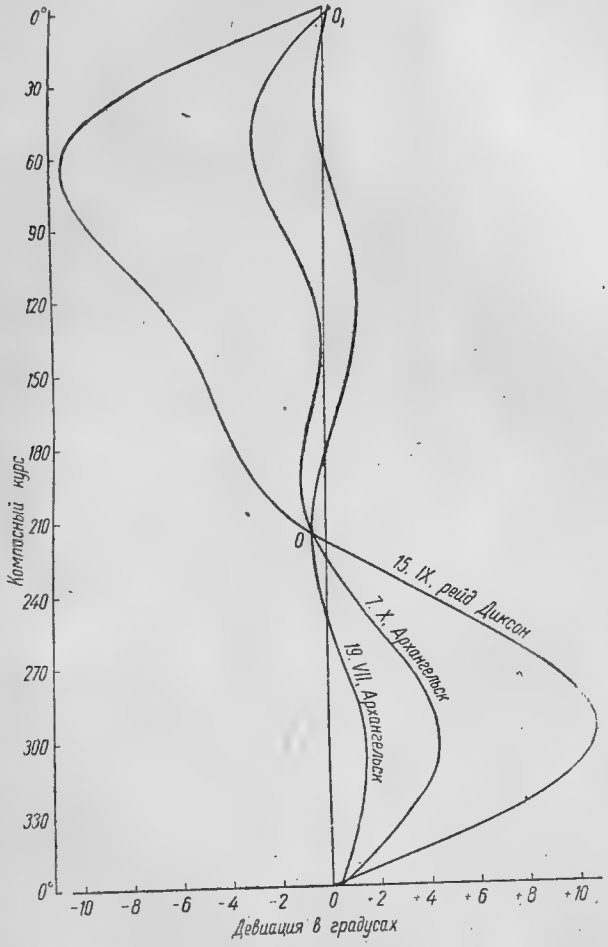


Рис. 4. Диаграмма Непира для главного компаса.

Рис. 5. Диаграмма Непира для путевого компаса.

Для путевого 8″ компаса (рис. 5) получена, примерно, та же картина с той разницей, что величины $\delta_{ср}$ и R^1 были меньше, чем у главного компаса (5″). Кроме того не так резко выражен ход кривых, которые в нижней части диаграммы почти сливаются. [2]

[1] Принятое здесь условное обозначение амплитуды или разницы между наибольшей положительной и наибольшей отрицательной величины девиации данной кривой.

[2] Возможно, что отсутствие четких центров пересечения объясняется самой техникой уничтожения и определения девиации путевых компасов, всегда менее точной, чем у главных компасов; существенное значение имеет также различная степень застапвания картушек.

В приведенной табл. 3 даны значения коэфициентов девиации, а также величины $\delta_{ср}$ и R.

Таблица 3

Компас	Дата	A	B	C	D	E	$\delta_{ср}$	R
Главный	19/VII	+ 0°,2	+ 0°,3	+ 0°,1	— 0°,9	+ 0°,1	0°,6	1°,9
	15/IX	— 1 ,3	— 9 ,1	+ 1 ,9	— 3 ,2	— 0 ,6	6 ,3	21 ,3
	7/X	+ 0 ,2	— 2 ,3	+ 0 ,6	— 1 ,8	— 0 ,4	1 ,7	7 ,1
Путевой	19/VII	— 0 ,3	+ 0 ,2	— 0 ,4	+ 0 ,6	— 0 ,1	0 ,4	1 ,8
	15/IX	— 2 ,3	— 3 ,8	+ 0 ,1	— 0 ,5	— 1 ,2	2 ,7	7 ,0
	7/X	— 0 ,7	— 1 ,0	+ 0 ,2	+ 0 ,1	— 0 ,7	1 ,1	2 ,8

Далее в табл. 4 приводятся приближенные данные, сообщенные П. Е. Федуловым, об элементах земного магнетизма в Архангельске, на о. Диксона и в других интересующих нас пунктах.

Таблица 4

Место	Дата	Склонение	Наклонение	H
Архангельск	1934 г.	10°,5	75°,0	0,136
Остров Диксона	IX 1934 г.	28 ,3	83 ,2	0,068
Мыс Желания	22/IX 1934 г.	26 ,3	83 ,1	0,068
Остров Визе	9/VIII 1934 г.	34 ,0	84 ,9	0,051

Из сравнения обеих таблиц видно, что между коэфициентами девиации, с одной стороны, и элементами земного магнетизма, с другой стороны, существует несомненная связь. Но истинная форма этой зависимости может быть выведена лишь путем специальных наблюдений, проведенных, по возможности, в течение одной и той же навигации и на одном и том же судне. Далее, если считать установленным, что величины $\delta_{ср}$ и R возрастают попутно с уменьшением H, то надо полагать, что это изменение девиации зависит также и от магнитного момента компасной стрелки, как это видно в данном случае на примере главного и путевого компасов «Седова». С этой точки зрения особенно полезно было бы применять для картушек магниты с большей коэрцитивной силой.

Существенным недостатком произведенных наблюдений является, как уже упомянуто, их неполнота. Поправка компаса определялась во время плавания довольно часто, но эти данные представили бы бóльшую ценность, если бы они сопровождались одновременным определением элементов земного магнетизма (из которых приближенно было известно лишь склонение).[1]

Не было также произведено полное определение девиации по створу в бухте Поспелова. Из нескольких отрывочных данных, в том числе

[1] Только в двух пунктах (мыс Желания и о. Визе), о которых речь будет впереди, были известны также наклонение и H.

по результату определения поправки в районе о. Визе, можно сделать предварительное заключение, нуждающееся в экспериментальной проверке; оно сводится к следующему: быстрое увеличение девиации, наблюдаемое попутно с уменьшением горизонтальной составляющей H, происходит лишь до известного предела, соответствующего величине H в пределах от 0,065 до 0,049, после чего уменьшение H заметного влияния не оказывает. [1]

На некоторых участках вовсе не удавалось определить поправку компаса. Так, например, ни одного наблюдения не было сделано на всем пути 18—22 сентября от о. Диксона к мысу Дубинскому и отсюда мимо о-вов «Известий ЦИКа» и Арктического института к мысу Желания. Но в этом районе наблюдается сравнительное постоянство силы H, поэтому можно было полагать, что девиация, определенная 15 сентября на рейде о. Диксона, будет действительна и для всего упомянутого выше района. [2] К нашему удивлению, лежа на створе знаков в бухте Поспелова, мы определили девиацию $+14°,5$ и $+11°,5$ для главного и путевого компасов на компасных курсах 253° и 256°, для которых по диаграммам (рис. 4 и 5) можно было ожидать девиацию $+5°,6$ и $+0°,9$. На заднем створе также были получены несообразные величины. На следующий день на пути к Маточкину Шару была определена поправка компаса по солнцу; величина поправки хорошо увязывалась с наблюдениями на о. Диксона, поэтому возникло сомнение в правильности сведений об азимуте створа в бухте Поспелова. Истина обнаружилась в 1935 г.: азимут в 1932 г. был определен неверно, и, по произведенному пересчету, девиация компасов «Седова» на мысе Желания (на двух курсах) оказалась на полградуса больше, чем на рейде о. Диксона, что согласуется с величинами H. [3]

Опыт экспедиции 1934 г. на «Седове» был частично использован в 1935 г. на «Малыгине». При этом выяснилось, что увеличение девиации, наблюдаемое при перемещении судна на север и северо-восток, зависит главным образом не от уменьшения H, а от продолжительности плавания в сплоченных льдах.

В заключение надо заметить, что 17 сентября на рейде о. Диксона автором была сделана на «Седове» неудачная попытка уничтожить девиацию компасов. Береговые наблюдения с дефлектором были проведены успешно, но на судне на первом же курсе (S), при крайнем верхнем положении большого магнита, W не удалось подвести под призму (он не дошел на 35°), так как, очевидно, направляющая λH в этих широтах для компаса, установленного на «Седове», была слишком мала, и для существующего типа дефлектора необходимо

---

[1] Другими словами, для данного судна и для данного компаса зависимость вида

$$\delta_{ср} = f(H),$$

по всей вероятности, выразится параболической кривой, координаты которой для магнитного полюса будут $H = 0$ и $\delta_{ср} = \delta_{ср}(max)$; последняя величина будет зависеть лишь от бездействия судового железа.

[2] В 1935 г. в экспедиции на «Малыгине» П. Е. Федулов по произведенным им наблюдениям пришел к выводу о необходимости зимней магнитной съемки в районе о. Диксона, так как элементы земного магнетизма здесь заметно колеблются по величине, поэтому нельзя считать, что склонение, определенное на острове, будет действительным и для рейда, где определяется девиация.

[3] Истинный азимут створа в бухте Поспелова был определен экспедицией 1935 г. на «Малыгине».

в этих случаях приспособить магниты с меньшими магнитными моментами. [1]

Что касается изданных в 1934 г. Гидрографическим управлением Главсевморпути правил ведения журнала наблюдений над поведением магнитного компаса при плавании в морях полярных широт, то по идее они хороши, но, по опыту экспедиций 1934 г. на «Седове» и 1935 г. на «Малыгине», их полезно пересмотреть, выделив из них чисто навигационные элементы и расширив форму журнала в части чисто магнитных наблюдений.

III. МОРСКОЙ ПРОМЕР

За отсутствием эхо-лота промер глубин производился механическим лотом со стопа с помощью электрической вьюшки Арктического института, служившей для глубоководных гидрологических наблюдений.

Лот-рыба был неприменим как по характеру глубин, так и по состоянию льда.

Трубками мы не пользовались, так как произведенное нами испытание дало отрицательные результаты. Было сделано 35 параллельных измерений глубин трубками (советского изготовления) и механическим лотом по счетчику (со стопа). Глубины, измеренные обоими способами, совпали по величине лишь в одном случае, в 11 случаях расхождение составило до 5%, в 14 случаях от 5 до 10% и в остальных 9 случаях превысило 10%, как показано в табл. 5.

Таблица 5

Глубина в метрах		Ошибка в %
По счетчику	По трубке	
17	19	12
54	62	15
66	56	— 15
67	74	10
94	110	17
105	119	13
115	80	— 30
126	98	— 22
198	220	11

Средняя ошибка из всех 35 наблюдений составила ±8%; следовательно, она была больше тех пределов, в которые вмещается ошибка при округлении глубин, наносимых на навигационные карты. [2]

[1] Для этого в гнездах достаточно сделать втулки по размеру уменьшенных магнитов.

[2] Трубки были из той же серии, из которой были снабжены экспедиция Западной части Карского моря и экспедиция на «Садко», причем сравнительных измерений для определения степени надежности трубок произведено в этих экспедициях не было. Таким образом судовой промер, произведенный у восточного входа в Югорский Шар, и часть морских глубин, измеренных в 1934 г. на «Садко», можно считать верными в среднем лишь до ±8% при крайних отклонениях от 0 до 30%.

Таблица 6

Статистические данные о морском промере, произведенном экспедицией 1934 г. на л/п „Седов" механическим лотом по счетчику, и о продолжительности гидрологических станций

Наименование операций	Глубины в метрах							Итого
	0—50	51—100	101—200	201—300	301—400	401—500	501—600	
Общее число измеренных глубин	407	216	192	88	58	20	25	1006
Из них измерено:								
а) на гидрологических станциях	36	26	17	7	9	2	7	104
б) на переходах между гидрологическими станциями, со стопа	292	185	168	78	48	15	18	804
в) во время вынужденного дрейфа и вообще при определении элементов дрейфа	79	5	7	3	1	3	—	98
Промежуток времени (в минутах), затраченного на остановки для измерения глубин на переходах между гидрологическими станциями (п. „б")	1728	1188	1624	1030	702	315	417	7004
Средняя продолжительность остановки (по п. „б") в минутах	6	6	10	13	15	21	23	8,7
Соответствующая (теоретическая) затрата времени на измерение глубин на гидрологических станциях (п. „а") в минутах	216	156	170	91	135	42	161	971
Общая затрата времени на измерение глубин со стопа (без п. „в") в часах								133
То же, в процентах от продолжительности плавания в зоне промера (45 суток)								12,3
Общая продолжительность гидрологических наблюдений на станциях в часах	22	23,5	28,4	15,4	23.4	47	34,2	193,9
Средняя (на 1 станцию) в часах	0,6	0,9	1,7	2,2	2,6	2,4	4,9	1,9
То же, в процентах от общей продолжительности плавания в зоне промера								18,5

Средняя глубина в зоне промера	118
Средняя глубина на гидрологических станциях	143
Средняя частота промера в милях	2,8
Среднее число глубин на 1 сутки плавания	22,4
Среднее число гидрологических станций на 1 сутки плавания	2,3

Для измерения глубины судно каждый раз останавливалось. Делалось это не потому, что мы не верили в возможность введения поправок за наклон лотлиня,[1] так как вопрос этот можно было считать окончательно решенным по меньшей мере 20 лет тому назад; но для измерения глубин механическим лотом на ходу надо было иметь некоторое добавочное оборудование, которым мы не располагали, и, кроме того, случается, что на ходу не всегда улавливается момент падения груза на дно. Наконец, скорость хода все равно приходилось бы уменьшать; следовательно, точность счисления страдала бы при всех условиях.[2] Таким образом, в силу необходимости промер производился далеко не совершенным способом, но сам по себе этот способ давал безукоризненные результаты; не могло быть получено и не было получено ни одного сомнительного наблюдения, и истинная величина всех 1006 измеренных глубин не вызывает ни малейшего сомнения. Сверх того, в дополнение к исследованиям Г. Ф. У л я, было получено 700 отметок грунта, что представляет достаточную компенсацию за потерю времени на остановки. Впрочем, продолжительность этих остановок сводилась до минимума. Пройдя по счислению назначенное число миль,[3] клали руль на борт и давали задний ход с таким расчетом, чтобы борт, на котором была установлена вьюшка, был наветренным. Измерение глубины начиналось тотчас после того, как корма переставала катиться, а ход давался машине по свистку вахтенного навигатора, измерявшего глубину, тотчас после того, как груз показывался из воды.

Для счисления продолжительность остановки исчислялась от момента, когда давался ход назад, до момента, когда судно, преодолев инерцию, ложилось на требуемый курс; момент измерения глубины относился к среднему из указанных выше моментов.

В зависимости от глубины продолжительность остановки составляла при этих условиях от 3 до 45 минут. В среднем получены результаты, показанные в табл. 6, в которой приведены все данные, позволяющие подойти к вопросу о выработке норм морского промера. Так например, продолжительность остановки для измерения глубины и продолжительность гидрологических наблюдений на станциях могут быть определены соответственно по следующим формулам

$$t \text{ (в минутах)} = 5 + 0{,}03\ G \qquad \text{(а)}$$

$$t \text{ (в часах)} = 0{,}4 + 0{,}008\ G \qquad \text{(б)}$$

где G — глубина в метрах. Что касается общей затраты времени на остановки, сопряженные с измерением глубин, то в данном случае она составила 10,2% от общей продолжительности плавания в зоне промера, средняя глубина которой была 51 м; но для вывода какой-либо зависимости эти данные надо сопоставить с результатами, полученными другими экспедициями.

В прилагаемом каталоге показаны все глубины, измеренные «Седовым», кроме глубины на станции № 70 (у о. Диксона).

---

[1] Надобность в введении этой поправки, как известно, возникает и при измерении глубин со стопа.

[2] Вопрос о преимуществах промера на ходу на небольших глубинах (менее 200 м) и при наличии известных условий подробно освещен в работе автора «Гидрографические работы на озере Севан», Л., 1933.

[3] От 3 до 10, в зависимости от рельефа дна.

Каталог глубин, измеренных в Карском море в 1934 г. экспедицией на л/п „Седов"

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
1	26 VII	14 ч. 10 м.	76°55′,0	69°11′	408		
2		18 12	54 ,0	69 54	495		
3		19 23	53 ,8	70 02	486		
4		20 18	52 ,2	20	492		
5		21 20	52 ,1	34	533		
5а		22 20	51 ,9	70 50	528		
6		23 05	51 ,8	71 03 ,5	499		
7	27 VII	0 05	51 ,8	17 ,5	453		
8		0 48	51 ,7	30	414		
9		1 50	51 ,6	45	346		
10		3 14	51 ,4	71 58 ,5	282		
11		4 40	51 ,2	72 20 ,5	307		
12		5 30	51 ,0	72 36	252		
13		6 40	50 ,9	73 06	188		
14		7 25	50 ,7	34 ,5	178	Ср.—Кч. И	ст. 1
15		14 20	54 ,1	45 ,5	178		
16		15 17	76 58 ,8	47	198		
17		16 15	77 03 ,4	47 ,5	210		
18		16 55	07 ,6	49	229	Ср.—Кч. И	ст. 2
19		21 30	11 ,8	56 ,5	225		
20		22 35	16 ,8	56 ,5	242		
21		23 55	22 ,4	56 ,5	239		
22	28 VII	1 10	27 ,1	73 58 ,5	255	Ср.—Кч. И	ст. 3
23		6 55	30 ,8	74 21	238		
24		8 00	33 ,6	03 ,5	249		
25		8 55	38 ,0	02	272		
26		9 52	42 ,8	02	298		
27		11 00	47 ,3	05	358	Ср.—Кч. И	ст. 4
28		16 49	52 ,4	16	373		
29		17 47	77 56 ,5	18	365		
30		18 43	78 01 ,0	20	378		
31		19 38	06 ,0	21	387	Ср.—Кч. И	ст. 5
32		23 05	10 ,7	30 ,5	406		
33	29 VII	0 17	15 ,2	35	360		
34		1 12	19 ,7	38 ,5	346		
35		2 15	24 ,3	42	336	Ср.—Кч. И	ст. 6
36		5 45	28 ,0	55 ,5	331		
37		6 45	32 ,6	74 58 ,5	354		
38		8 20	37 ,8	75 03	332		
39		9 30	43 ,0	05 ,5	307	Ср.—Кч. И	ст. 7
40		13 35	48 ,2	75 02	288		
41		15 05	54 ,1	74 55	285		
42		16 00	78 59 ,5	47 ,5	290		
43		16 45	79 06 ,0	44	304	И	ст. 8
44		20 00	11 ,0	74 58	246		
45		21 35	15 ,6	75 27 ,5	120		
46		22 35	17 ,9	42	74		
47		23 05	20 ,0	75 51 ,5	50		
48		23 50	21 ,0	76 03	45		
49	30 VII	0 18	22 ,0	10	41		
50		1 05	22 ,9	20	37		
51		1 27	23 ,9	25	32		
52		2 10	24 ,8	32	25		
53		2 24	25 ,9	40	21		
54		2 33	25 ,9	45 ,5	20		
55		2 52	25 ,9	51	22		
56		3 10	26 ,0	76 55	21		
57		3 32	26 ,0	77 00	21		

О 12

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
58	30 VII	8 ч. 05 м.	79°29′,5	77°43′	9		
58а		8 30	28 ,6	51	21		
59		13 20	21 ,9	77 52	32	П	ст. 9
60		14 55	21 ,2	78 01	52		
61		15 30	20 ,9	11 ,5	38		
62		16 25	20 ,8	21	37		
63		17 05	19 ,9	30 ,5	36		
64		20 30	20 ,1	36 ,5	41		
65		20 40	20 ,2	39	37		
66	31 VII	0 00	19 ,8	78 51 ,5	41	ИП	ст. 10
67		3 05	18 ,8	79 09 ,5	31		
68		3 30	18 ,6	12	30		
69		4 45	18 ,5	21 ,5	27	П	ст. 11
70		6 35	17 ,9	35 ,5	17		
71		7 45	14 ,7	32 ,5	18,8	П	
72		8 30	14 ,7	32 ,5	19		
73		15 35	13 ,6	32 ,5	18		
74		15 52	12 ,0	32	26		
75		16 00	10 ,9	34 ,5	27		
76		16 15	10 ,1	38	27		
77		16 28	10 ,0	43 ,5	26		
78		16 38	09 ,9	49	26		
79		16 50	09 ,5	56 ,5	22		
80		17 07	09 ,6	79 59	25		
81		17 23	10 ,0	80 02 ,5	22		
82		17 25	10 ,1	03	22		
83		17 36	10 ,8	06 ,5	21		
84		17 55	11 ,5	10	22		
85		18 07	12 ,1	13 ,5	21		
86		18 20	12 ,9	16	23	П	
87		18 32	13 ,8	15	24		
88		18 47	15 ,2	13	24	К	
89		19 07	15 ,4	07 ,5	21	П	
90		19 18	15 ,6	80 02 ,5	17	П	
91		19 45	15 ,6	79 57 ,5	16		
92		20 00	15 ,5	52 ,5	15,5		
93		20 20	14 ,1	48	15		
94		20 32	14 ,1	43	14		
95		20 52	13 ,7	79 38 ,5	14,5		
96	1 VIII	5 43	15 ,2	80 20	30	П	
97		7 05	15 ,6	23 ,5	54		
98		8 30	16 ,0	31	80	И	ст. 12
99		12 00	16 ,2	43	70		
100		13 45	17 ,2	27	52		
101		14 15	14 ,9	24	34		
102		14 50	12 ,4	23 ,5	31		
103		15 45	09 ,2	22 ,5	34		
104		16 30	07 ,4	30 ,5	54		
105		17 30	04 ,4	28	114		
106		18 35	79 02 ,2	31 ,5	94		
107		19 15	78 59 ,8	27 ,5	105	И	ст. 13
108		20 30	59 ,8	39 ,5	116		
109		21 15	78 59 ,3	80 51 ,5	80		
110		21 55	79 00 ,7	81 02 ,5	48		
111		22 46	01 ,0	14 ,5	96		
112		23 30	01 ,3	23 ,5	102		
113	2 VIII	1 13	00 ,9	38 ,5	114		
114		2 05	00 ,6	81 51	113	И	ст. 14
115		4 20	00 ,6	82 02	95		
116		5 15	00 ,8	14 ,5	96		

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
117	2 VIII	6 ч. 20 м.	79°00′,4	82°26′,5	121		
118		7 25	00 ,7	43	139		
119		8 28	01 ,0	82 59 ,5	130		
120		9 00	00 ,7	83 12	115	И	ст. 15
121		13 25	00 ,6	21 ,5	62		
122		14 10	00 ,7	34	108		
123		15 10	00 ,9	46	120	И	
124		16 35	00 ,8	83 58	141		
125		17 45	00 ,9	84 10	120		
126		18 50	01 ,6	22	194		
127		20 00	01 ,5	30	198	И	ст. 16
128		22 35	01 ,6	41	198		
129		23 50	01 ,1	84 53	178		
130	3 VIII	1 05	79 00 ,6	85 04 ,5	165		
131		2 12	78 59 ,9	16 ,5	125		
132		3 52	79 00 ,9	26 ,5	117		
133		5 40	02 ,2	37 ,5	47	Ср.—Кч. И	
134		6 13	02 ,4	41	45	Ср.—Кч. И	
135		7 30	03 ,2	48	56	И	ст. 17
136		9 20	03 ,6	85 55 ,5	71		
137		11 50	03 ,4	86 02	70		
138		16 10	03 ,6	03	70		
139		18 25	03 ,9	10	95		
140		20 00	03 ,6	86 09	88	И	ст. 18
141	4 VIII	9 20	02 ,3	85 58 ,5	89		
142		11 00	01 ,9	57	69		
143	5 VIII	4 05	01 ,2	56	59		
144		6 45	00 ,1	44	53		
145		13 50	00 ,7	39	52		
146		15 30	00 ,9	37	54		
147		17 30	01 ,1	35	52		
147а		18 30	01 ,2	33	55	П	ст. 18а
148		21 30	01 ,3	30 ,5	56		
149	6 VIII	7 33	04 ,5	85 08	49	Кч. И	
150		9 15	05 ,0	84 52 ,5	145		
151		10 40	05 ,3	36	164	Кч. И	
152		15 50	06 ,5	17 ,5	214	„ „	
153		17 40	06 ,8	84 00	213	„ „	
154		19 05	06 ,4	43 ,5	185	„ „	
155		20 47	08 ,4	84 30 ,5	174	„ „	
156		21 50	08 ,0	83 14	151	„ „	
157		22 50	07 ,1	82 58	137	„ „	
158		23 42	06 ,5	42	112	„ „	
159	7 VIII	1 10	06 ,9	25	128	„ „	
160		5 35	04 ,1	16	98	Ср.—Кч. И	
161		6 35	79 01 ,2	12	147	„ „ „	
162		7 45	78 58 ,3	10	126	„ „ „	
163		9 00	53 ,8	82 10 ,5	87	Кч. И	ст. 19
164		11 00	55 ,0	81 53 ,5	68	„ „	
165		12 30	52 ,1	48	33	Жл. Кч. И	
166		13 02	52 ,4	34	88	„ „ „	
167		14 27	52 ,7	17 ,5	35	Кч. И	
168		15 10	53 ,0	81 01 ,5	39	„ „	
169		17 00	52 ,4	80 45	42		
170		17 50	52 ,8	34 ,5	40	„ „	ст. 20
171		19 55	53 ,5	17 ,5	104	„ „	
172		20 30	53 ,6	80 01 ,5	103	„ „	
173		20 55	53 ,7	79 45 ,5	79	„ „	
174		21 30	53 ,8	29 ,5	75	„ „	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
175	7 VIII	22 ч. 00 м.	78°53′,9	79°13′,5	67	Кч. И	
176		22 32	54 ,0	78 57 ,5	66	„ „	ст. 21
177		23 00	54 ,2	41 ,5	72	„ „	
178	8 VIII	0 35	54 ,4	78 24 ,5	74	„ „	
179		1 25	54 ,5	78 08 ,5	76	„ „	
180		2 45	54 ,7	77 51 ,5	64	„ „	
181		3 35	54 ,9	35 ,5	66	„ „	
182		4 15	55 ,2	77 17	74	„ „	
183		4 55	55 ,4	76 58	115	„ „	ст. 22
184		6 40	55 ,7	41 ,5	126	„ „	
185		7 20	55 ,8	25	166	„ „	
186		7 55	56 ,0	76 09	204	„ „	
187		8 30	56 ,2	75 53	214	„ „	
188		9 05	56 ,4	37	235	„ „	
189		9 47	56 ,6	21	252	„ „	
190		10 20	56 ,7	05	277	„ „	ст. 23
191		14 00	78 59 ,8	02	275	„ „	
192		15 35	79 02 ,9	02 ,5	276		
193		16 25	05 ,1	13 ,5	239	„ „	
194		17 05	07 ,4	24	211	„ „	
195		18 55	08 ,9	38	193	„ „	
196		19 45	10 ,4	75 52	127	„ „	
197		20 05	11 ,1	76 02	94	И	ст. 24
198		22 37	13 ,6	12 ,5	85	ПИ	
199		23 20	16 ,1	21 ,5	44	„	
200	9 VIII	0 50	19 ,4	22 ,5	40	„	
201		1 45	22 ,2	25	31	„	
202		2 00	23 ,5	33	25	„	
203		2 15	24 ,3	36 ,5	23	„	
203а		2 28	25 ,1	40	22		
204		2 42	24 ,5	48	21,5	ср. П	
205		3 00	24 ,2	53	21		
206		3 15	23 ,9	58	20,5		
206а		4 00	25 ,2	45	20	П	
206б	17 VIII	1 30	25 ,7	37	20		
207		2 03	27 ,5	24	20	П	
208		4 50	29 ,0	13	21	„	
209		9 30	27 ,9	12	24		
209а		10 10	27 ,8	11	24		
210		11 10	28 ,9	76 00	25		
211		15 25	31 ,0	75 43	29	ПИ	
212		17 50	32 ,5	30	31	„	
213		18 50	34 ,6	18	35	„	
214		20 00	35 ,8	75 04	40	„	
215		20 55	37 ,0	74 52	45	„	
216		21 15	38 ,6	42	49	„	ст. 25
216а		22 00	38 ,9	40 ,5	50		
217		22 52	40 ,7	31	92		
218		23 20	43 ,6	38	73	Кч. И	
219	18 VIII	0 13	46 ,0	43	76	„ „	
220		0 52	48 ,3	46	181	„ „	
221		1 23	50 ,5	52	211	„ „	
222		2 02	53 ,0	57	214	„ „	
223		2 45	55 ,2	74 58	206	„ „	
224		3 14	57 ,0	75 03	159	„ „	ст. 26
225		6 03	79 59 ,7	09	135	„ „	
226		6 42	80 02 ,4	15	129	„ „	
227		7 15	05 ,2	22	92	„ „	
228		7 55	07 ,9	28	48	„ „	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
229	18 VIII	8 ч. 22 м.	80°09′,7	75°30′	43		
230		8 50	11 ,5	32	41	ИП	ст. 26
230а		10 04	12 ,3	34	44		ст. 27
231		10 30	13 ,9	33	42	П	
232		11 50	16 ,3	30	52	И	
233		16 55	14 ,7	22	39	Кч. И	
234		18 35	14 ,5	74 54	47	„ „	
235		19 50	15 ,8	34	47	„ „	
236		20 40	16 ,8	16	55	ПИ	
237		21 15	17 ,9	74 01	126	Кч. И	
238		21 50	19 ,2	73 47	159	„ „	
239		22 30	18 ,0	29	235	„ „	
240		23 05	18 ,4	20	287	„ „	
241	19 VIII	2 00	22 ,5	30	203	„ „	ст. 28
242		2 55	24 ,8	28	206	„ „	
243		3 55	24 ,9	73 13	294	„ „	
244		4 45	25 ,3	72 51	324	„ „	
245		5 27	25 ,8	34	495	„ „	
246		6 12	26 ,3	72 17	525	„ „	
247		7 00	26 ,8	71 59	559	„ „	
248		7 42	27 ,2	42	523	„ „	
249		8 55	28 ,3	06	570	„ И	
250		14 00	38 ,4	17	554		ст. 29
251		18 55	42 ,7	17	592	И	ст. 30
252	20 VIII	1 20	44 ,4	71 14	587		
253		7 00	36 ,1	70 28	575	Кч. И	
254		10 10	33 ,7	70 08	582	„ „	ст. 31
255		17 00	20 ,5	69 53	588	„ „	
256		18 15	14 ,4	53	581	„ „	
257		19 30	80 14 ,1	34	570	„ „	ст. 32
258	21 VIII	2 30	79 59 ,1	38	530	„ „	
259		4 55	50 ,9	50	540	„ „	ст. 33
260		9 45	39 ,6	38	529	„ „	
261		13 00	32 ,0	16	513	„ „	ст. 34
262		19 25	26 ,6	69 58	496	„ „	
263		20 55	24 ,0	70 20	502	„ „	
264		21 50	23 ,5	70 48	526	„ „	ст. 35
265	22 VIII	1 10	22 ,5	71 16	529	„ „	
266		2 18	22 ,2	71 42	526	„ „	
267		3 40	21 ,9	72 12	516	„ „	
268		4 40	21 ,5	72 40	492	„ „	ст. 36
269		9 10	21 ,0	73 00	481	„ „	
270		10 05	20 ,6	24	452	„ „	
271		10 53	20 ,1	73 49	414	„ „	
272		11 55	19 ,6	74 14	380	Кч. ПИ	ст. 37
273		14 10	19 ,9	10	386	Кч. И	
274		14 34	19 ,0	26	364	„ „	
275		15 15	19 ,0	42	314	„ „	
276		16 02	19 ,0	74 57	249	„ „	
277		16 40	20 ,0	75 14	229	„ „	
278		17 22	21 ,4	28	154	„ „	
279		17 57	23 ,7	38	104	„ „	
280		18 35	25 ,3	75 52	47	Кч. ПИ	ст. 38
281		19 40	26 ,0	76 02	45	Кч. И	
282		20 43	26 ,7	10	34	„ „	
283		21 30	27 ,8	16	25	„ „	
284		22 37	28 ,1	21	22	„ „	
285		22 50	28 ,7	26 ,5	21	„ „	
286		23 05	29 ,0	30 ,5	19	„ „	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
287	23 VIII	2 ч. 44 м.	79°31′,3	76°08′,5	22	И	ст. 38
288		3 12	34 ,0	76 02	22	„	
289		3 55	36 ,9	75 52	24	„	
290		4 24	39 ,5	55	21	„	
291		5 35	40 ,7	41	30	„	
292		12 00	35 ,4	50	39	„	
292а		17 00	33 ,0	49	40		
292б		17 30	30 ,5	48	39,5		
292в		18 00	30 ,2	48	39,5		
293		19 53	31 ,8	75 54	31	Кч. И	
294		20 20	32 ,3	76 10	21	И	
295		20 32	32 ,2	12	19	„	
296		20 47	31 ,3	16 ,5	18,5	„	
297		21 02	29 ,3	28 ,5	19,5	„	
298		21 52	26 ,9	39 ,5	18	„	
299		22 00	27 ,0	38 ,5	17,5	К	
300	24 VIII	0 50	25 ,0	38	23,5	„	
301		1 17	23 ,0	76 50	28	„	
302		1 41	23 ,1	77 06 ,5	21	„	
303		1 59	22 ,6	17 ,5	20	„	
304		2 15	22 ,2	26	24	„	
305		2 36	23 ,4	33	23	„	
306		2 55	24 ,6	41	22,8	„	
307		3 20	25 ,6	77 49 ,5	26	„	
308		3 44	26 ,3	78 00 ,5	42	ПИ	
309		4 13	27 ,0	11 ,5	44	„ „	
310		4 35	27 ,8	22	46	„ „	
311		5 15	29 ,2	26	72		
312		5 45	31 ,8	30 ,5	100	Кч. И	
313		6 20	34 ,3	35	105		
314		6 50	37 ,0	39	120	Кч. И	
315		7 26	39 ,4	35 ,5	120	„ „	
316		8 04	41 ,8	32	150	„ „	
317		8 45	40 ,4	22 ,5	122	„ „	
318		9 30	43 ,0	20	118	„ „	
319		10 08	45 ,7	19 ,5	112	„ „	
320		10 45	48 ,6	19	91	„ „	
321		11 25	51 ,1	19	161	„ „	
322		12 00	52 ,6	06	177	„ „	
323		12 35	55 ,1	78 05 ,5	169	„ „	
324		14 00	56 ,6	77 56	102	Кч. ПИ	ст. 39
325		16 28	55 ,4	77 25 ,5	171	„ „	
326		17 20	55 ,6	76 58 ,5	175	„ „	
327		17 50	79 58 ,3	77 01 ,5	92	Кч. И	
328		18 19	80 00 ,5	04	74	„ „	
329		19 00	03 ,8	03 ,5	122	„ „	
330		19 20	05 ,3	77 05 ,5	115	„ „	
331		20 13	80 00 ,4	76 50 ,5	92	„ „	
332		21 00	79 55 ,8	37	161	„ „	
333		21 50	51 ,0	21 ,5	153	„ „	
334		22 38	47 ,2	76 01	150	Кч. И	
335		23 25	43 ,2	75 53	18,5	„ „	
336		23 50	42 ,9	48 ,5	19		
336а	25 VIII	0 10	43 ,0	46	19	И	
337		0 20	43 ,1	40 ,5	23	„	
338		0 35	43 ,2	34 ,5	23	„	
339		0 50	43 ,4	28 ,5	25	„	
340		1 15	43 ,6	21 ,5	24	„	
341		1 35	44 ,0	10	25	„	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
342	25 VIII	2 ч. 05 м.	79°42′,7	75°00′	27	И	ст. 39
343		2 35	41 ,8	74 49	31	„	
344		3 00	39 ,6	51 ,5	34	„	
345		3 30	37 ,8	40 ,5	44	„	
346		4 00	34 ,0	34 ,5	64	„	
347		4 32	30 ,9	35	119	Кч. И	
348		5 05	32 ,0	17 ,5	209		
349		5 55	29 ,4	13 ,5	250		
350		6 40	28 ,8	29 ,5	192		
351		7 30	26 ,2	26	229		
351а		8 22	24 ,8	43 ,5	216	Кч. И	
352		9 00	25 ,3	74 58 ,5	147	„ „	
353		9 30	26 ,3	75 12 ,5	100	„ „	
354		10 25	27 ,2	25	57	„ „	
355		11 00	28 ,4	38 ,5	41	„ „	
356		11 25	29 ,8	75 55	27	„ „	
357		11 45	29 ,6	76 08 ,5	21	„ „	
358		13 00	22 ,5	38 ,5	34	„ „	
359		13 26	19 ,5	38	41	ИП	
360		13 50	16 ,5	43	44	„	
361		14 34	13 ,6	45	72	И	
362		17 45	12 ,1	49 ,5	89	Кч. И	
363		22 15	13 ,1	50 ,5	96	„ „	
364	26 VIII	4 40	23 ,5	20	37	„ „	
365		5 38	25 ,0	05	38	„ „	
366		7 15	21 ,9	76 00	45	„ „	
367		7 53	18 ,9	75 53 ,5	54	„ „	
368		8 30	16 ,2	47 ,5	111	„ „	
369		8 57	12 ,7	52 ,5	125	„ „	
370		9 33	09 ,8	75 58 ,5	125	„ „	
371		10 08	06 ,5	76 04 ,5	146	„ „	
372		10 42	03 ,6	10 ,5	162	„ „	
373		11 24	79 00 ,6	16	168	„ „	
374		11 56	78 57 ,8	21 ,5	183	„ „	
375		12 33	54 ,9	27	174	„ „	
376		13 13	52 ,0	32 ,5	198	„ „	
377		13 48	49 ,1	37 ,5	210	„ „	
378		14 30	46 ,2	43	206	„ „	
379		15 00	43 ,3	48 ,5	203	„ „	
380		15 30	40 ,4	54	181	„ „	
381		16 05	37 ,5	76 59 ,5	173	„ „	
382		16 30	34 ,7	77 05	173	„ „	
383		17 10	31 ,8	10	172	„ „	
384		17 35	29 ,0	15 ,5	172	„ „	
385		18 10	26 ,1	20 ,5	167	„ „	
386		19 00	22 ,0	26 ,5	175	„ „	ст. 40
387		20 40	22 ,5	40 ,5	147	„ „	
388		21 10	23 ,0	77 56	134	„ „	
389		21 40	23 ,6	78 11	119	„ „	
390		22 12	24 ,3	26	113	„ „	
391		22 39	24 ,9	41	108	„ „	
392		23 04	25 ,6	78 55 ,5	98	„ „	
393		23 22	26 ,0	79 05	98	„ „	ст. 41
394	27 VIII	0 34	26 ,1	18	99	„ „	
395		0 58	26 ,4	32 ,5	93	„ „	
396		1 21	26 ,8	79 47 ,5	86	„ „	
397		1 53	27 ,2	80 04 ,5	84	„ „	
398		2 17	27 ,5	19 ,5	67	„ „	
399		2 41	27 ,8	35 ,0	63	„ „	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
400	27 VIII	3 ч. 00 м.	78°28′,2	80°49′,5	58	Кч. И	ст. 42
401		3 48	25 ,0	80 49 ,0	52	" "	
402		4 26	25 ,3	81 03	53	ИП	
403		5 02	25 ,7	17	48	" "	
404		5 41	26 ,1	31	41	И	
405		6 57	26 ,3	44 ,5	35	"	
406		7 33	26 ,6	81 59	28	"	
407		8 18	27 ,0	82 13	24	"	
408		8 40	27 ,3	23	28	П	ст. 43
409		10 06	27 ,5	30	29	"	
410		10 50	29 ,4	29	36	"	
411		11 30	32 ,3	28	64	"	
412		12 52	35 ,3	31	108	"	
413		13 36	35 ,6	15 ,5	138	"	
414		14 15	36 ,0	82 00	106	"	
415		14 49	32 ,9	00 ,5	77	"	
416		15 29	30 ,9	00 ,5	34	"	
417		15 50	28 ,9	01	32	"	
418		16 15	27 ,0	01	29		
419		16 35	25 ,0	01 ,5	30		
420		17 08	25 ,4	15 ,5	26		
421		19 05	23 ,7	20	26		
422		19 45	20 ,9	17 ,5	25		
423		20 00	19 ,9	16 ,5	25		
424		20 23	17 ,9	16 ,5	24		
425		20 46	16 ,0	17	26		
426		21 08	16 ,2	27	23		
427		21 25	16 ,2	32	22		
428		21 43	16 ,5	39	22		ст. 44
429		22 43	15 ,3	38	23		
430		23 12	13 ,2	36	30		
431		23 43	11 ,2	34	38		
432	28 VIII	0 11	09 ,4	30	42		
433		0 42	06 ,8	23 ,5	46	ПИ	
734		1 16	04 ,3	15 ,5	45	"	
435		1 43	02 ,6	09	46	"	
436		2 19	78 00 ,3	01	133	"	
437		2 55	77 58 ,8	00 ,5	150	"	ст. 45
438		4 15	56 ,8	01 ,5	153	Кч. И	
439		4 53	54 ,8	02 ,5	165	" "	
440		5 29	52 ,3	02 ,5	178	" "	
441		5 51	50 ,4	06 ,5	188	" "	
442		6 34	48 ,3	19 ,5	194	" "	
443		7 04	46 ,9	27 ,5	172	" "	
444		7 32	77 45 ,6	35	162	" "	
445		7 56	44 ,4	42 ,5	149	" "	
446		8 24	43 ,2	49 ,5	137	" "	
447		8 46	42 ,2	82 57 ,5	125	" "	
448		9 17	41 ,3	83 05 ,5	115	И	ст. 46
449		10 47	40 ,3	05 ,5	108	Кч. И	
449a		13 15	40 ,3	13 ,5	104		
450		14 40	37 ,3	83 04	55	Кч. И	
451		15 03	36 ,2	82 56	49	" "	
452		15 26	36 ,7	47 ,5	64	" "	
453		15 45	36 ,7	38 ,5	50	" "	
454		16 05	36 ,6	28 ,5	32	" "	
454a		16 22	36 ,7	19 ,5	19	" "	
454б		17 30	36 ,9	20	18,5		
455		18 10	35 ,7	17 ,5	19	Кч. И	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
456	28 VIII	18 ч. 35 м.	77°36′,1	82°10′,5	20	Кч. И	ст. 46
457		19 00	36 ,5	82 02 ,5	22	„ „	
458		19 20	36 ,7	81 56 ,5	23	„ „	
459		19 43	35 ,1	53 ,5	22	„ „	
460		20 00	34 ,2	52 ,5	20	„ „	
461		20 53	32 ,6	44	22	„ „	
461а	29 VIII	1 05	28 ,0	40 ,5	24	И	ст. 47
461б		2 05	27 ,0	39 ,5	24,5		
461в		3 10	26 ,9	39	25		
461г		4 10	26 ,9	38	24,5		
461д		5 15	27 ,0	36 ,5	26		
462		6 46	30 ,9	46	21		
463		7 09	32 ,0	57 ,5	25		
464		7 33	33 ,0	29	28		
465		7 56	34 ,1	20 ,5	32		
466		8 16	35 ,3	13	35	Кч. И	
467		8 37	36 ,5	06	37	„ „	
468		9 08	36 ,9	19 ,5	32	„ „	
469		9 39	37 ,2	32 ,5	25	„ „	
470		10 12	37 ,6	81 48 ,5	22	„ „	
471		10 38	38 ,0	82 02	20	„ „	
472		10 53	37 ,0	03	19	„ „	
473		11 48	37 ,6	18	25	„ „	
474		12 26	38 ,0	30 ,5	54	„ „	
475		12 43	38 ,2	38 ,5	53	„ „	
476		13 05	36 ,2	39 ,5	44	„ „	
477		13 27	34 ,1	40 ,5	38	„ „	
478		13 39	33 ,1	42	36	„ „	
479		13 55	32 ,6	37 ,5	26	„ „	
480		14 07	32 ,2	33	22		
481		14 23	32 ,0	29	9,2		
482		14 39	32 ,7	37	29	И	
483		14 49	33 ,0	41 ,5	38	„	
484		15 09	30 ,9	45	38	„	
485		15 24	29 ,9	47 ,5	39	„	
486		15 40	28 ,9	50	50	Кч. И	
487		15 52	28 ,3	46 ,5	36	„ „	
488		16 05	27 ,7	43	26	„ „	
489		16 22	27 ,1	39 ,5	25	„ „	
490		16 40	26 ,8	35 ,5	25	„ „	
491		16 55	26 ,5	31	23	„ „	
492		17 50	26 ,3	30	18,2		
493	3 IX	2 50	26 ,0	38	26	„ „	
494		3 10	25 ,8	45	45	„ „	
495		3 31	25 ,6	51 ,5	48	„ „	
496		3 59	25 ,5	82 58	55	„ „	
497		4 36	26 ,0	83 07	57	„ „	
498		5 14	26 ,6	16 ,5	58	„ „	
499		5 49	27 ,1	26	55	„ „	
500		6 55	27 ,0	35 ,5	57	„ „	
501		8 47	27 ,1	43	56	ПИ	ст. 48
502		9 20	27 ,5	52 ,5	62	„	
503		10 12	26 ,2	43 ,5	56	„	
504		10 58	25 ,3	31 ,5	58	„	
505		11 42	23 ,0	30	57	„	
506		15 18	21 ,7	36	53	И	
507		16 02	22 ,9	44 ,5	101	Гл. зел. И	
508		17 05	24 ,4	83 52	67	„ „ „	
509		17 38	25 ,0	84 03 ,5	58	Кч. И	
						„ „	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
510	3 IX	18 ч. 25 м.	77°22′,7	83°54′	60	Кч. И	ст. 48
511		18 55	20 ,8	40 ,5	63	„ „	
512		19 30	18 ,2	32 ,5	56	„ „	
513		20 00	15 ,4	24 ,5	61	„ „	
514		20 23	12 ,4	25	60		
515		21 01	13 ,3	37 ,5	54		
516		21 31	10 ,2	37 ,5	54		
517		22 00	07 ,2	37 ,5	56	И	ст. 49
518		23 30	04 ,3	40	59		
519	4 IX	0 00	01 ,3	40 ,5	55		
520		0 35	01 ,6	83 52	41	Кч. И	
521		1 02	03 ,1	84 03	40	„ „	
522		1 38	05 ,0	16	48	„ „	
523		2 01	06 ,6	28	37	„ „	
524		2 27	08 ,2	38 ,5	52	„ „	
525		2 54	07 ,5	46 ,5	38	Кч. И	
526		3 23	09 ,2	84 58 ,5	32	„ „	
527		3 56	10 ,7	85 09 ,5	27	„ „	
528		4 30	11 ,3	19	32	П	ст. 50
529		5 45	13 ,1	30 ,5	64	„	
530		6 24	14 ,8	41 ,5	56	ПИ	
531		7 05	16 ,0	85 52 ,5	63	Кч. И	
532		7 45	17 ,6	86 03 ,5	108	„ „	
533		8 15	20 ,4	07	123	„ „	
534		9 00	23 ,4	04	114	„ „	
535		9 45	27 ,0	15 ,5	112	ПИ	ст. 51
536		11 50	29 ,9	15 ,5	93		
537		12 23	32 ,9	17	151	Кч. И	
538		13 14	35 ,7	18 ,5	143	Ср. И	
539		13 55	35 ,7	19	145	„ „	
540		15 00	35 ,7	18	152	„ „	
541		16 40	38 ,6	25	142	Кч. И	
542		17 14	41 ,1	17 ,5	137	„ „	
543		17 50	41 ,2	31	161	„ „	
544		18 26	44 ,2	28 ,5	155	„ „	
545		19 07	44 ,9	40	176		
546		19 40	47 ,8	42 ,5	140	Кч. И	ст. 52
547		20 15	51 ,0	38 ,5	80	П	
548		21 24	53 ,5	29 ,5	108	Кч. И	
549		22 00	54 ,4	14 ,5	128	Ср. Зл. И	
550		22 36	55 ,2	86 00 ,5	118	„ „ „	
551		23 10	56 ,2	85 49	144	„ „ „	
552		23 27	56 ,2	54	154	„ „ „	
553		23 57	54 ,0	48 ,5	130	„ „ „	
554	5 IX	0 57	50 ,5	85 58 ,5	94	Кч. И	
555		1 28	49 ,9	86 12	154		
556		1 55	48 ,3	23	146	„ „	
557		2 22	46 ,2	32 ,5	178	„ „	
558		2 48	43 ,2	30	98	„ „	
559		3 37	40 ,2	33	122	„ „	
560		4 26	38 ,8	44 ,5	112	Зл. П	
561		5 40	39 ,5	86 57	126	„ „	
562		6 18	41 ,8	87 06	142	„ „	
563		6 52	43 ,6	16	75	„ „	
564		7 24	44 ,1	25	102	И	ст. 53
565		9 23	42 ,8	13 ,5	107	Кч. И	
566		10 06	39 ,0	12	115	Ср. И	
567		11 26	36 ,0	15	69	„ „	
568		12 01	32 ,9	16	113	„ „	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
569	5 IX	12 ч. 35 м.	77°29′,9	87°16′	133	Зл. Ср. И	ст. 53
570		13 07	27 ,1	20 ,5	143	" " "	
571		13 36	24 ,0	22	143	" " "	
572		14 07	21 ,0	23 ,5	146	" " "	
573		14 41	18 ,0	24 ,5	120	" " "	
574		15 13	15 ,0	26	67	" " "	
575		15 44	12 ,0	27 ,5	68	" " "	
576		16 17	09 ,0	28 ,5	56	" ПИ "	
577		17 37	08 ,0	39 ,5	125	Зл. Ср. И	ст. 54
578		17 57	06 ,6	45 ,0	98	" " "	
579		18 29	03 ,9	47 ,0	98	" " "	
580		19 08	77 01 ,3	52	72	" " "	
581		19 33	76 58 ,8	59	52	" " "	
582		19 55	57 ,3	88 03	51	" " "	
583		20 50	56 ,3	18 ,5	46	" " "	ст. 55
584		22 02	54 ,2	27	36	И	
585		22 30	52 ,8	33 ,5	25	"	
586		22 40	52 ,5	35	23	"	
587		22 51	52 ,2	36	20	"	
587а		23 00	51 ,8	35	44	"	
588	6 IX	4 25	50 ,3	38	31	ИП	
589		4 42	49 ,5	40 ,5	26	"	
590		5 05	58 ,4	43	37	"	
591		5 25	47 ,4	46	42	"	
592		6 05	46 ,4	51 ,5	37	"	
593		7 15	45 ,7	47	42	"	
594		7 58	43 ,7	37 ,5	42	"	
595		8 43	40 ,9	45	34	"	
596		8 53	40 ,3	46 ,5	32	"	ст. 56
597		9 40	39 ,8	43 ,5	34	"	
598		10 10	39 ,5	32	50	"	
599		10 50	38 ,8	16 ,5	15	"	
600		11 08	39 ,2	15 ,5	17	"	
601		11 23	40 ,1	15 ,5	31	"	
602		11 48	40 ,6	16 ,5	55	"	
603		12 41	42 ,6	19 ,5	41	"	
604		13 55	40 ,7	09 ,5	45	ПИ	ст. 57
605		14 18	39 ,4	88 02 ,5	19,5	"	
606		14 45	39 ,0	87 55 ,5	17,5	"	
607		15 04	38 ,3	52	19	"	
608		15 22	37 ,6	49	23	"	
609		16 00	36 ,7	43 ,5	34	"	
610		16 22	35 ,1	40	51	И	
611		16 45	33 ,6	35	59	"	
612		17 10	32 ,6	28	48	Кч. И	
613		17 50	30 ,2	23	52	" "	
614		18 18	27 ,8	16	51	" "	
615		18 56	24 ,6	08	51	" "	
616		19 25	76 22 ,7	87 04	51	" "	
617		21 05	19 ,5	86 54	42	" "	
618	7 IX	5 35	22 ,2	52	45	Ср. Кч. И	
619		7 25	19 ,2	50	56	" " "	
620		10 00	19 ,6	50	56	" " "	
621		10 50	19 ,7	49	54	" " "	
622	8 IX	0 00	21 ,2	29	48	" Кч. И	
622а		4 15	21 ,9	25 ,5	54		
622б		6 20	21 ,9	25	45		
622в		7 00	22 ,0	24 ,5	43		
622г		8 00	22 ,1	23	38		

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
622д	8 IX	9 ч. 05 м.	76°22′,1	86°20′,5	38		ст. 57
622е		10 03	22 ,1	18 ,5	38		
623		10 45	21 ,7	13	39	ИП	ст. 58
623а		12 15	21 ,9	10 ,5	44		
623б		13 30	22 ,0	86 08 ,5	46		
624		17 16	23 ,2	85 52	50	Кч. И	
625		18 17	23 ,8	40	49	„ „	
626		19 07	23 ,9	26	50	„ „	
627		19 46	23 ,8	13	51	„ „	
628		20 23	24 ,0	85 04	50	„ „	
629		21 37	24 ,5	84 50	50	„ „	
630		22 17	24 ,7	34	51	И	ст. 59
630а		23 00	24 ,5	33 ,5	51		
631	9 IX	0 02	24 ,5	22	50	Кч. И	
632		0 53	24 ,2	84 10	52	„ „	
633		1 36	23 ,3	83 58	55	„ „	
634		2 07	22 ,2	46	55	„ „	
635		3 08	21 ,4	33	54	Ср. И	
636		3 57	21 ,4	20	56	„ „	
637		5 05	22 ,0	07	56	Кч. И	
638		5 25	21 ,8	03	55	И	ст. 60
639		6 05	22 ,0	83 02	56	Кч. И	
640		7 07	17 ,9	82 46	55	„ „	
641		7 55	13 ,3	40	54	„ „	
642		10 05	11 ,1	30	54	Ср. Зл. И	
643		11 10	09 ,5	20	54	„ „ „	
644		11 40	07 ,9	12	55	И	ст. 61
645		13 05	06 ,2	06	56	Кч. И	
646		13 45	03 ,6	02	54	„ „	
647		14 05	01 ,8	01	48	„ „	
648		14 24	00 ,9	01	33	„ „	
649		14 44	76 00 ,0	00	41	„ „	
650		14 55	75 59 ,8	82 02	40	„ „	
651		15 15	76 00 ,0	81 58	42	„ „	
652		15 31	75 59 ,8	55	26	М К	
653		16 13	59 ,5	48 ,5	27	„ „	
654		16 30	59 ,3	42 ,5	37	Зл. И	
655		16 48	59 ,2	37 ,5	37	„ „	
656		17 18	58 ,8	24 ,0	41	ПИ	ст. 62
657		18 24	56 ,0	13 ,5	45		
658		18 48	53 ,3	81 06	55	Зл. И	
659		19 18	51 ,4	80 54 ,5	54	„ „	
660		19 44	48 ,6	47 ,5	52	„ „	
661		20 11	45 ,8	40	54	„ „	
662		20 35	43 ,2	33	53	„ „	
663		20 59	40 ,6	26	42	ПИ	ст. 63
664	10 IX	0 13	37 ,1	18 ,5	51	Зл. И	
665		0 28	35 ,1	18	49	„ „	
666		0 56	31 ,1	16 ,5	47	„ „	
667		1 20	28 ,1	15 ,5	47	„ „	
668		1 38	26 ,1	14 ,5	47	„ „	
669		1 56	24 ,0	13 ,5	44	„ „	
670		2 14	21 ,9	13	46	„ „	
671		2 32	19 ,8	12 ,5	46	И	ст. 64
672		3 12	17 ,6	10 ,5	45	Зл. И	
673		3 27	15 ,5	10	44	„ „	
674		3 44	13 ,4	09 ,5	44	„ „	
675		4 01	11 ,3	09	45	„ „	
676		4 16	09 ,2	08	46	Ср. Зл. И	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
677	10 IX	4 ч. 34 м.	75°07′,1	80°06′,5	44	Ср. Зл. И	ст. 64
678		4 52	05 ,0	05	43	" " "	
679		5 08	02 ,9	04	42	" " "	
680		5 24	75 00 ,8	02 ,5	42	" " "	
681		5 41	74 58 ,8	80 01	40	ИП	ст. 65
682		6 38	55 ,7	79 57 ,5	40	Ср. Зл. И	
683		7 00	52 ,8	56	40	" " "	
684		7 17	50 ,8	54 ,5	37	" " "	
685		7 35	48 ,8	53	39	" " "	
686		7 57	46 ,8	51 ,5	30	" " "	
687		8 16	45 ,6	55	24	" " "	
688		8 26	45 ,3	79 56 ,5	23	" " "	
689		8 46	44 ,6	80 02 ,5	33	" " "	
690		9 02	43 ,8	08 ,5	41	" " "	
691		9 20	43 ,1	14 ,5	38	ИП	ст. 66
692		10 17	41 ,1	12	47	Ср. Зл. И	
693		10 36	39 ,1	12	29	" " "	
694		10 54	37 ,2	12	23	" " "	
695		11 12	35 ,1	12	20	" " "	
696		11 27	33 ,0	12	19	" " "	
697		11 45	30 ,9	12	14	" " "	
698		11 58	29 ,8	12	12	" " "	
699		12 10	28 ,8	11 ,5	12	К	
700		12 22	27 ,7	11 ,5	14	"	
701		12 39	25 ,7	12	29	Зл. И	
702		13 03	22 ,3	12 ,5	41	"	
703		13 26	19 ,2	13	40	И "	ст. 67
704		14 48	13 ,8	11	37	Зл. И	
705		15 23	08 ,6	12	36	" "	
706		15 58	74 03 ,4	13	36	"	
707		16 30	73 58 ,8	13 ,5	38	И "	ст. 68
708		18 45	37 ,4	16	37	"	ст. 69
709		19 50	33 ,0	06	36		
710		20 07	73 31 ,4	80 02	42		
710a	18 IX	11 20	75 40 ,0	90 52	16		ст. 71
711		22 40	58 ,8	88 52	49	И	ст. 72
712		23 48	58 ,9	40 ,5	47		
713	19 IX	0 18	58 ,7	29	43	Ср. И	
714		0 51	58 ,6	17	27	" "	
715		1 05	58 ,6	13	17	" "	
716		1 22	75 59 ,8	13	24	" "	
717		1 45	76 02 ,0	13 ,5	47	" "	
718		2 07	03 ,0	09 ,5	49	" "	
719		2 29	03 ,0	88 02	47	" "	
720		2 58	02 ,9	87 50	42	" "	
721		3 19	02 ,8	42	41	Кч. И	
722		3 40	02 ,8	34	42	ИП	ст. 73
723		4 41	02 ,7	22	44	Ср. Зл. И	
724		5 10	02 ,6	87 10	47	"	
725		5 36	02 ,4	86 58	45	Кч. И	
726		6 03	02 ,3	46	45	" "	
727		6 25	02 ,2	33 ,5	45	" "	
728		6 46	02 ,0	21	53	Зл. И	
729		7 07	02 ,0	13	58	ИП	ст. 74
729a		7 35	02 ,0	86 13 ,5	57		
730		8 12	02 ,0	85 59 ,5	56	Зл. И	
731		8 43	01 ,8	46 ,5	55	" "	
732		9 14	03 ,5	35 ,5	46	"	
733		9 44	03 ,3	22 ,5	52	Ср. Зл. И	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
734	19 IX	10 ч. 08 м.	76°03′,3	85°13′,5	49	Ср. Зл. И	ст. 74
735		10 35	06 ,1	13	47	" " "	
736		11 13	08 ,6	85 05 ,5	50	" " "	
737		12 00	07 ,8	84 54	50	И	ст. 75
737а		12 50	07 ,8	53 ,5	50		
738		13 30	06 ,8	41 ,5	60	Кч. И	
739		14 10	07 ,4	31 ,5	49	" "	
740		14 43	05 ,1	23	53	" "	
741		15 22	02 ,1	21 ,5	52	" "	
742		15 55	76 00 ,2	11 ,5	49	" "	
743		16 23	75 58 ,6	84 00	52	" "	
744		16 51	59 ,9	83 48 ,5	58	" "	
745		17 19	56 ,9	35	55	" "	
746		17 42	56 ,8	26	55	" "	
747		17 56	56 ,1	22 ,5	55	" "	
748		18 04	55 ,7	21	50	" "	
749		18 30	75 57 ,1	26	55	И	ст. 76
750		20 00	54 ,9	32	57	Кч. И	
751		20 27	52 ,9	40	61	" "	
752		20 55	51 ,0	48	51	" "	
753		21 24	49 ,0	83 56	54	" "	
754		21 51	47 ,0	84 04	57	" "	
755		22 23	45 ,0	12	51	" "	
756		22 48	43 ,3	19	47	ИП	ст. 77
757	20 IX	0 15	41 ,2	26	49	Кч. И	
758		0 45	38 ,9	32	48	" "	
759		1 15	36 ,3	37	46	" "	
760		1 50	33 ,9	44	44	" "	
761		2 25	31 ,8	84 52	44	" "	
762		2 55	29 ,8	85 00	41	" "	
763		3 16	28 ,4	04	39	ИП	ст. 78
763а		4 40	28 ,4	02	40		
764		5 20	25 ,3	16	44	Кч. И	
765		5 45	23 ,3	24	47	" "	
766		6 20	24 ,8	85 02	32	" "	
767		6 42	25 ,7	84 49	32	" "	
768		7 00	26 ,5	36	34	" "	
769		7 21	27 ,4	24	44	" "	
770		7 53	28 ,2	84 11	43	" "	
771		8 21	29 ,1	83 57	44	Ср. И	
772		9 00	30 ,3	40	50	И	ст. 79
773		9 56	31 ,4	26	52	Ср. И	
774		10 20	32 ,2	12	51	" "	
775		10 43	33 ,0	83 00	47	" "	
776		11 06	33 ,9	82 46	44	" "	
777		11 30	34 ,7	34	41	" "	
778		11 52	35 ,5	20	38	" "	
779		12 18	36 ,8	82 06	53	И	ст. 80
780		13 43	37 ,2	81 48	49	Ср. И	
781		14 15	37 ,1	32	48	" "	
782		14 34	37 ,2	23	48	" "	
783		15 00	34 ,3	22	50	" "	
784		15 25	31 ,4	21	48	" "	
785		15 47	30 ,0	19	45	" "	
786		16 07	27 ,6	18	41	" "	
787		16 25	25 ,7	17	36	" "	
788		16 42	25 ,3	26 ,5	24	П	ст. 81
789		18 06	26 ,9	14 ,5	37	Ср. И	
790		18 26	28 ,3	81 03 ,5	40	" "	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
791	20 IX	18 ч. 48 м.	75° 29′,7	80° 52′,5	45	Ср. И	ст. 81
792		19 11	31 ,1	41 ,5	47	» »	
793		19 33	32 ,6	30	46	» »	
794		19 54	34 ,0	19	48	» »	
795		20 15	35 ,0	80 11 ,5	49	ИП	ст. 82
796		21 54	36 ,8	79 58 ,5	51	Кч. И	
797		22 17	38 ,2	47	50	» »	
798		22 40	39 ,7	36	54	» »	
799		23 02	41 ,1	24 ,5	52	» »	
800		23 24	42 ,5	13 ,5	52	» »	
801		23 54	43 ,9	79 02	53	» »	
802	21 IX	0 20	44 ,9	78 54 ,5	58	ИП	ст. 83
803		1 45	46 ,4	42 ,5	62	Кч. И	
804		2 15	47 ,8	31	59	» »	
805		2 48	49 ,2	20	62	» »	
806		3 20	50 ,7	78 09	56	» »	
807		3 49	52 ,1	77 57 ,5	58	» »	
808		4 17	53 ,6	46 ,5	56	Ср. Зл. И	
809		4 35	54 ,6	39	59	ИП	ст. 84
810		5 53	56 ,2	28	63	Ср. Зл. И	
811		6 23	57 ,6	17	65	» » »	
812		7 00	75 59 ,1	77 06	65	» » »	
813		7 28	76 00 ,5	76 55	74	» » »	
814		7 53	01 ,9	44	67	» » »	
815		8 24	03 ,4	32 ,5	65	» » »	
816		8 52	04 ,9	21	87	Ср. И	ст. 85
817		10 14	06 ,7	76 08 ,5	100	» »	
818		10 44	09 ,0	75 59	102	Кч. И	
819		11 15	11 ,0	48 ,5	90	» »	
820		11 58	13 ,6	39 ,5	82	» »	
821		12 30	15 ,3	29	75	» »	
822		13 05	16 ,8	16 ,5	72	» »	
823		13 27	17 ,8	75 08 ,5	75	Кч. ПИ	ст. 86
824		14 42	19 ,5	74 56	104	Кч. И	
825		15 12	21 ,0	44	106	» »	
826		15 42	22 ,4	39	158	» »	
827		16 13	23 ,8	20	145	» »	
828		16 50	25 ,2	74 08	105	» »	
829		17 15	26 ,6	73 56 ,5	93	» »	
830		17 34	27 ,5	48 ,5	98	» »	ст. 87
830а		18 40	28 ,0	49	96		
831		19 03	29 ,2	36	120	» »	
832		19 27	30 ,6	24	138	» »	
833		19 55	31 ,6	11	147	» »	
834		20 23	33 ,9	73 00 ,5	155	» »	
835		20 56	35 ,2	72 48	165	» »	
836		21 30	36 ,5	35	178	» »	
837		22 00	37 ,3	27	178		ст. 88
838	22 IX	0 22	38 ,2	19 ,5	184	» »	
839		1 04	39 ,4	72 08	246	» »	
840		1 37	40 ,3	71 56	264	» »	
841		2 11	41 ,2	43 ,5	280	» »	
842		2 46	42 ,2	31	310	» »	
843		3 18	43 ,2	18 ,5	320	» »	
844		3 50	44 ,2	71 05 ,5	368	Ср. ПИ	ст. 89
845		7 13	44 ,7	70 57 ,5	463	Ср. И	
846		7 48	45 ,2	45	510	» »	
847		8 24	46 ,0	33 ,5	497	» »	
848		8 55	46 ,8	21 ,5	506	» »	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
849	22 IX	9 ч. 30 м.	76° 47′,6	70° 10′	480	Ср. И	ст. 89
850		10 06	48 ,7	69 58 ,5	415	„ „	
851		10 33	49 ,3	50 ,5	404	И	ст. 90
852		13 00	50 ,8	36	340	Ср. И	
853		13 34	52 ,8	21 ,5	265	„ „	
854		14 02	76 54 ,9	10	178	„ „	
855		16 46	77 05 ,0	15	495	„ „	
856		17 31	77 00 ,0	12	504	„ „	
857	23 IX	3 00	76 53 ,7	06 ,5	364	„ „	
858		4 20	51 ,4	38	440	„ „	
859		5 25	46 ,1	36 ,5	330	„ „	
860		5 11	42 ,0	37	309	„ „	
861		6 55	36 ,8	39	226	„ „	
862		7 38	32 ,0	41	156	„ „	
863		8 20	28 ,9	28	143	„ „	
864		8 57	25 ,6	14 ,5	101	„ „	
865		9 17	24 ,4	09 ,5	77	„ „	
866		9 37	23 ,1	69 04 ,5	99	„ „	
867		9 58	21 ,9	68 59 ,5	110	„ „	
868		10 19	20 ,6	55	105	„ „	
869		10 40	19 ,3	50 ,5	89	„ „	
870		11 00	17 ,6	47	97	Гк. ИП	ст. 92
871		13 48	14 ,7	51	119	Ср. И	
872		14 15	11 ,9	54	197	„ „	
873		14 45	09 ,0	56	268	Кч. И	
874		15 22	06 ,3	57 ,5	292	„ „	
875		15 55	03 ,7	68 59 ,5	318	И	ст. 93
876		17 55	76 00 ,6	69 03	312	Кч. И	
877		18 40	75 57 ,6	04	295	„ „	
878		19 27	54 ,6	05 ,5	307	„ „	
879		20 13	51 ,6	07	329	„ „	
880		21 00	48 ,6	69 08 ,5	279	И	ст. 94
881		23 18	45 ,3	68 51 ,5	336	Кч. И	
882	24 IX	0 12	42 ,3	35 ,5	332	„ „	
883		1 15	39 ,3	18 ,5	335	„ „	
884		2 00	36 ,3	68 02	323	„ „	
885		2 44	33 ,3	67 45 ,5	290	„ „	
886		3 27	30 ,3	29 ,5	274	„ „	
887		4 10	27 ,3	67 13	288	„ „	
888		4 53	24 ,4	66 56 ,5	320	„ „	
889		5 35	21 ,4	41	297	„ „	
890		6 20	18 ,4	25	296	„ „	
891		7 00	15 ,5	66 09	268	„ „	
892		7 40	12 ,6	65 53 ,5	254	„ „	
893		8 20	09 ,7	38 ,5	257	„ „	
894		9 02	06 ,9	23	247	„ „	
895		9 46	04 ,8	65 08	265	И	ст. 95
896		11 26	08 ,1	64 58 ,5	307	Кч. И	
897		12 00	12 ,3	48	301	„ „	
898		12 30	14 ,8	42	325	„ „	
899		13 02	17 ,3	36	332	„ „	
900		13 33	19 ,8	30 ,5	365	И	ст. 96
901		15 18	22 ,4	25 ,5	310	Кч. И	
902		15 50	25 ,0	19	318	„ „	
903		16 17	26 ,7	14 ,5	301	Ср. И	
904		16 45	28 ,4	10	261	„ „	
905		17 15	30 ,2	06	145	„ „	
906		17 30	31 ,0	04	114	И	ст. 97
907		19 15	29 ,2	64 00	142	Ср. И	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
908	24 IX	19 ч. 47 м.	75°26′,7	63°53′	268	Ср. И	ст. 97
909		20 21	24 ,1	46	268	Кч. И	
910		21 02	19 ,7	35	353	„ „	
911		21 43	15 ,4	24	368	„ „	
912		22 26	11 ,0	13	366	„ „	
913		23 10	06 ,7	63 02 ,5	380	„ „	
914		23 56	03 ,7	62 45 ,5	375	„ „	
915	25 IX	0 42	75 00 ,7	29	360	„ „	
916		1 26	74 57 ,6	62 13	356	„ „	
917		2 12	54 ,7	61 56 ,5	319	„ „	
918		2 55	51 ,7	40 ,5	257	„ „	
919		3 36	48 ,8	24 ,5	242	„ „	
920		4 29	45 ,8	61 08	206	„ „	
921		5 12	42 ,9	60 52 ,5	244	„ „	
922		5 59	39 ,9	37	255	„ „	
923		6 45	37 ,0	21	180	„ „	
924		7 40	33 ,7	07	124	„ „	
925		8 03	31 ,6	60 02 ,5	149	„ „	
926		8 30	28 ,7	59 56	169	„ „	
927		8 55	26 ,7	51 ,5	103	„ „	
928		9 16	25 ,1	48	166	„ „	
929		9 55	22 ,0	39	105	„ „	
930		10 16	21 ,8	34	88	„ „	
931		10 38	21 ,4	27	87	„ „	
932		11 11	21 ,3	21	67	„ „	
933		11 21	21 ,4	20 ,5	42	„ „	
934		11 40	21 ,6	19 ,5	64	„ „	
935		11 55	21 ,8	18	105	„ К	
936		12 05	21 ,8	17 ,5	21,5	„	
937		23 00	21 ,4	19	60	Кч.	ст. 98
938		23 15	21 ,0	20	64	„	
939		23 35	20 ,5	22	83	Ср. И	
940		23 53	19 ,8	25	101	„ „	
941	26 IX	0 20	18 ,6	31	168	„ „	
942		0 52	16 ,7	38 ,5	283	„ „	
943		1 34	14 ,5	46 ,5	254	„ „	
944		2 10	12 ,4	54	246	Кч. И	ст. 99
945		4 55	09 ,7	59 58 ,5	266	„ „	
946		5 33	07 ,5	60 06	318	„ „	
947		6 05	05 ,2	13 ,5	324	„ „	
948		6 41	03 ,1	21	356	„ „	
949		7 18	01 ,0	28 ,5	315	„ „	
950		9 31	74 00 ,2	60 07 ,5	324	„ „	ст. 100
951		10 16	73 59 ,5	59 48 ,5	278	„ „	
952		10 44	59 ,1	37	288	„ „	
953		11 15	58 ,8	25 ,5	338	„ „	
954		11 49	58 ,4	14	243	„ „	
955		12 30	58 ,0	59 02	245	„ „	
956		13 23	57 ,7	58 50	233	„ „	
957		14 34	57 ,4	37 ,5	244	„ „	
958		15 13	57 ,0	26 ,5	176	„ „	
959		15 35	56 ,0	20	144	„ „	
960		16 40	56 ,0	18 ,5	211	Ср. И	ст. 101
961		20 11	50 ,8	11 ,5	128	„ „	
962		21 45	47 ,8	08	166	„ „	
963		22 52	42 ,5	12	200	„ „	
964		23 30	39 ,6	58 12	263	„ „	
965	27 IX	0 32	35 ,5	57 59 ,5	263	„ „	
966		1 32	31 ,1	50	213	„ „	

Продолжение

№ глуб.	Дата	Время	φ	λ	Глубина в метрах	Грунт	Примечания
967	27 IX	2 ч. 42 м.	73°26′,6	57°41′,5	204	Ср. И	ст. 101
968		3 50	21 ,8	31 ,5	261	„ „	
969		5 05	16 ,8	22	220	Кч. И	
970		6 18	12 ,0	12	182	„ „	
971		6 38	09 ,5	04	140	„ „	ст. 102

Примечания. 1. Список глубин, координаты которых определены по пеленгам на береговые предметы: № 1—4, 52—59, 90, 98, 203а—206а, 286, 299, 357, 364, 451, 460, 461, 481, 492, 493, 652, 695—698, 708—710, 748, 852—854, 862, 870, 906, 924, 932, 936, 959, 971.

2. Даты определения обсервованных и полуобсервованных мест секстаном по солнцу (время по V поясу):

28 VII	12 ч. 30 м.	21 VIII	8 ч. 19 м.	6 IX	12 ч. 08 м.
29	7 05	21	9 10	6	13 18
29	12 52	21	19 15	8	9 08
1 VIII	15 20	22	12 45	8	10 25
4	12 13	25	16 00	8	11 45
5	12 19	27	8 40	8	15 50
6	12 27	27	11 30	9	11 10
6	15 08	3 IX	15 18	10	6 48
8	12 10	3	16 41	10	7 35
8	14 00	5	7 24	10	8 41
8	15 12	5	7 51	10	11 36
17	8 33	5	10 23	19	8 28
18	16 40	5	10 51	19	11 37
20	8 19	5	11 20	19	12 41
20	12 00	6	6 34	23	15 58
20	19 10	6	7 47	24	9 24
21	7 49	6	10 28	25	8 59
				25	10 20

3. Навигационные характеристики грунта на станциях приведены по данным Г. Ф. Уля, а в остальных случаях — по отметкам грунта, производившимся при промере глубин.

IV. О РЕЛЬЕФЕ ДНА КАРСКОГО МОРЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОРСКОГО ПРОМЕРА ЭКСПЕДИЦИИ 1934 Г. НА Л/П «СЕДОВ»

В настоящее время, после открытий, сделанных в 1935 г. экспедициями на «Садко» и на «Малыгине», о рельефе дна Карского моря нам известно во много раз больше, чем мы знали в начале навигации 1935 г., и еще во много раз больше, чем об этом говорила карта № 1210 издания 1934 г.

Мы знаем теперь, что горообразовательные процессы, еще недостаточно изученные геологами и происходившие в районе к северу от Таймырского полуострова, повлекли за собой поднятие двух сходных и по размерам и по очертаниям массивов: одного на восточной границе Карского моря (Северная Земля), а другого — по оси северной части Карского моря — в виде так называемой Центральной гряды, протянувшейся параллельно Северной Земле в расстоянии около 100 миль к западу от нее и на некоторой глубине (порядка 150—185 м) разде-

ляющей северную часть Карского моря на два самостоятельных бассейна.

Надо заметить, что геологи не связывают воедино процессы образования Северной Земли и Центральной гряды. Первая, повидимому, родственная Новой Земле, а вторая, по данным М. М. Ермолаева, относится к единой системе: Центральная гряда — Земля Франца-Иосифа (мезозойская платформа). Но здесь речь идет не о геологических периодах или эпохах, а об оригинальной игре природы, разновременно (?) создавшей два однородных по рельефу контура, из которых один значительно возвышается над уровнем моря, а другой почти полностью погружен в море.

Упомянутое выше сходство в общих чертах заключается в следующем.

Если уподобить район мыса Челюскина с горой Свердрупа району о. Уединения с окаймляющей его 50-метровой изобатой, то нельзя не провести аналогии между проливом Б. Вилькицкого и жолобом с наибольшей глубиной около 180 м, протянувшимся, примерно, по тому же азимуту и в одной и той же широтной зоне (около параллели 78°). Подобно тому как пролив Б. Вилькицкого способствует обмену вод между Карским морем и морем Лаптевых, жолоб «Малыгина»[1] также имеет существенное значение для гидрологического режима, позволяя глубоководному атлантическому течению проникать в восточную часть Карского моря, в жолоб Воронина.

В меньшей степени сходны между собой пролив Шокальского и жолоб «Седова» с глубинами от 80 до 165 м, прорезавший Центральную гряду в зоне параллели 79°. Сомнительно, чтобы он являлся проводником для глубоководных течений. То же самое касается восточного ответвления жолоба «Св. Анны»; подобно проливу Красной армии, разделяющему о. Комсомолец и о. Октябрьской революции, это ответвление отделяет мелководный район о. Ушакова от меньшего по размерам мелководья, окружающего о. Визе. В этом жолобе, вытянутом в зоне параллели 80°, обнаружены глубины порядка 100—200 м, но на востоке, примерно на меридиане 82°30′, он упирается в подводный барьер с глубинами от 37 до 50 м и, повидимому, нигде не сообщается (на большей глубине) с глубоководной восточной частью Карского моря.

Что касается мелководного района, расположенного в южной части этого погруженного в море массива (и уподобляемого о. Большевик) между жолобами «Седова» и «Малыгина», то он полностью находится под водой, но в его пределах обнаружено мелководье с глубинами около 20—25 м; это мелководье, которое расположено в районе φ 78° 16′ N и λ 82°30′ O и о существовании которого высказал предположение В. Ю. Визе,[2] по справедливости следует именовать банкой Визе.

Батиметрическая карта, которой располагала экспедиция 1934 г. на «Седове»,[3] была лишь немногим подробнее схемы, приложенной к работе В. Ю. Визе «Морские глубины, измеренные экспедицией на л/п «Седов» летом 1930 года».[4] На этой карте в районе к северу от параллели 76° не было, в сущности, ни одного верно нанесенного острова. Остров Визе, координаты которого почти безошибочно были определены

---

[1] Жолоб обнаружен и исследован в 1935 г. экспедицией на «Малыгине».
[2] «Исследования морей СССР», вып. 14.
[3] Была составлена автором в июне 1934 г. на навигационной карте № 1210.
[4] «Труды Аркт. инст.», т. I, Л., 1933.

В. И. Ворониным в 1930 г., в результате работ Таймырской экспедиции 1932 г. был перенесен на 10 миль на SO от истинного места; о. Уединения по данным 1933 г. был неправильно ориентирован и сдвинут на 4 мили на NW; о. Исаченко и о. Воронина были нанесены с ошибкой от 15 до 20 миль; кроме того, на карте были показаны о. Уединения по данным Э. Иоганесена и безымянной остров к северу от о. Воронина, виденный в 1932 г. «Русановым» и, по результату работ 1935 г. «Мальгина», оказавшийся о. Воронина.

Таким образом, гидрографическая основа была далеко неполна и недостаточно надежна для того, чтобы можно было заранее расплани-

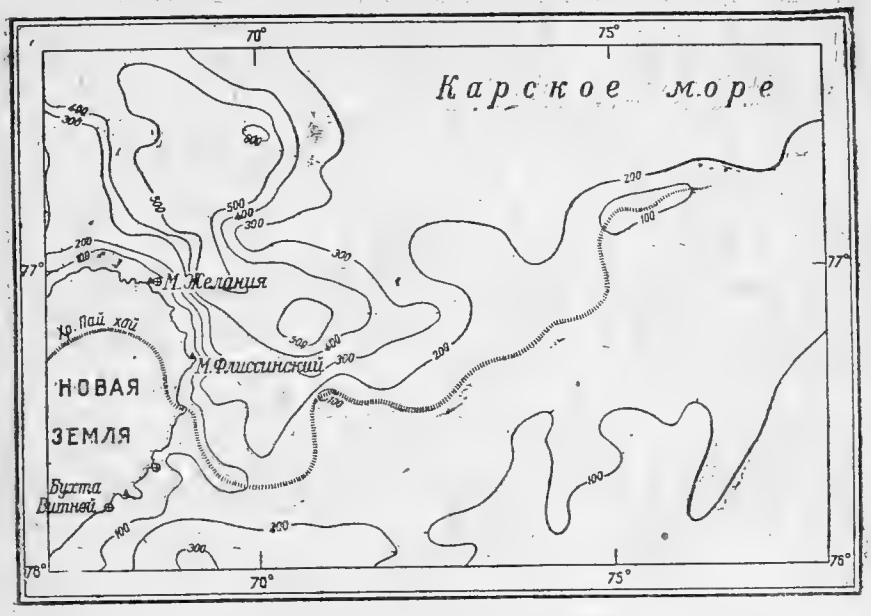


Рис. 6. Карта изобат района мыса Желания — о. Визе.

ровать гидрологические разрезы в зависимости от рельефа дна; и в большинстве случаев «Седов» шел вслепую, пересекая белые пятна и производя так называемый попутный промер. Другими словами, почти все галсы были сделаны в соответствии с планом гидрологических работ,[1] и лишь один галс («круговой») преследовал единственную цель — выяснить характер рельефа дна к N от о. Визе. Результаты промера сводятся к следующему.

1) На разрезе в районе мыс Желания — о. Визе в 8—40 милях на восток от мыса Желания была обнаружена впадина с глубинами от 400 до 530 м. На основе прочих данных выяснилось, что на севере эта впадина сливается с желобом «Св. Анны», а на юге непосредственно прилегает к предполагаемому подводному продолжению хребта Пай-хой (рис. 6).

2) В период с 30 июля по 26 августа о. Визе являлся узловым пунктом, к которому «Седов» приближался 6 раз, поэтому очень подробно была выяснена структура мелководья, окаймляющего остров от NW через W до SE.

[1] Первоначальный план по ледовым условиям оказался невыполненным и в процессе работ неоднократно видоизменялся.

3) Неудавшийся разрез сперва на N от о. Визе, а затем на о. Грэем-Белль, окончившийся возвращением к о. Визе, значительно пополнил сведения о рельефе, а именно:

а) В районе в 30—40 милях на NNW от о. Визе, вскоре после того как был пересечен упоминавшийся выше жолоб (аналог пролива Красной армии), было обнаружено относительное мелководье с глубинами 39—55 м; к W от него глубины быстро увеличиваются и уже в расстоянии 12 миль достигают 500 м (жолоб «Св. Анны»). Столь резкое поднятие дна дало основание наименовать этот район банкой «Седова»,[1] объединив его под наименованием северной подводной гряды, к которой отнесены были также банки «Таймыра» и «Садко».[2] В настоящее время известно, что эта гряда является не чем иным, как мелководьем, окаймляющим о. Ушакова и отождествленным выше с о. Комсомолец. Интересно отметить, что расстояние от ближайшей точки мелководья, обнаруженного в 1934 г. «Седовым» (глубина № 232), до о. Ушакова составляет всего 46 миль, поэтому если бы лед позволил осуществить

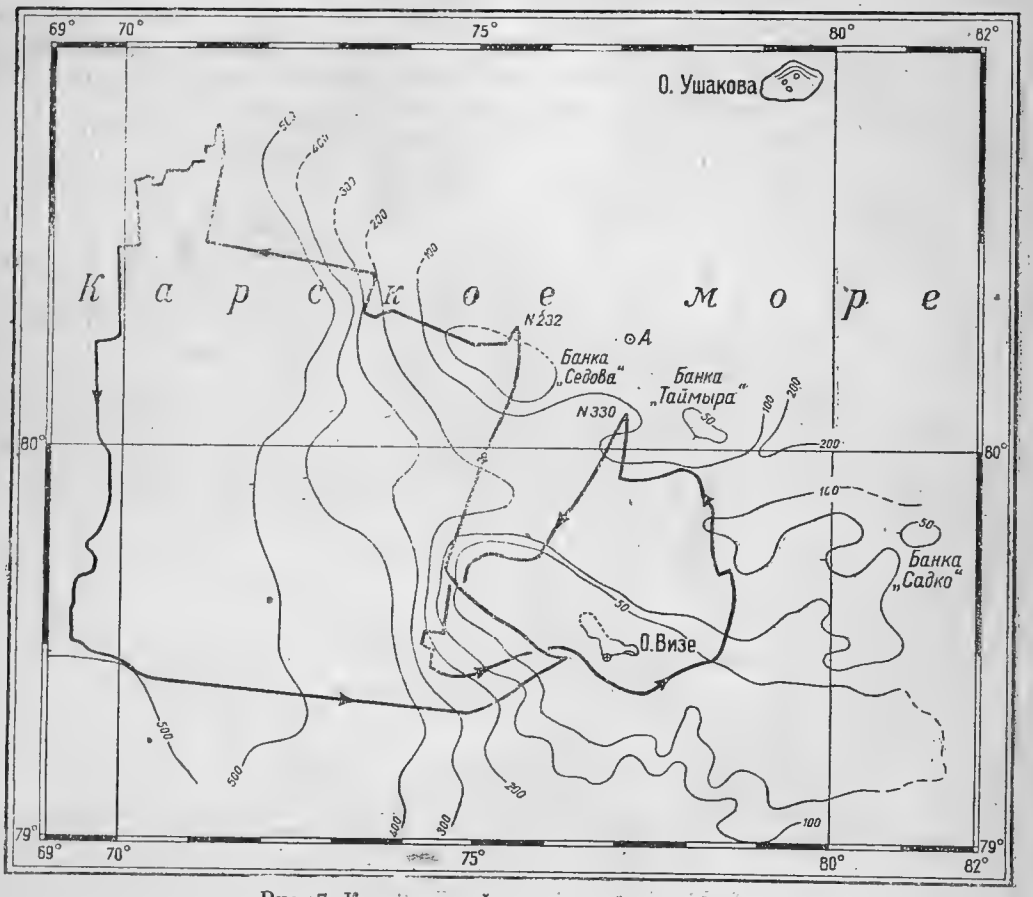


Рис. 7. Карта рельефа дна в районе о. Визе.

[1] Лоция Карского моря, ч. II, 1935 г., стр. 22.
[2] Ibidem.

первоначальное намерение — пройти сколько возможно на N — то экспедиция сопровождалась бы не только «подводными», но и «надводными» открытиями.

б) В жолобе «Св. Анны» миль на 80 в длину (по меридиану) и миль на 40 в ширину (по параллели) был исследован район 500-метровых глубин.

4) Автор настаивал на необходимости исследовать упоминавшуюся выше северную гряду (п. «3а»); для этого достаточно было установить, являются ли банки «Седова» и «Таймыра» (в представлении 1934 г.) изолированными возвышенностями или же они представляют собой сплошное мелководье, наподобие того мелководья, которое окаймляет о. Визе и которое к этому времени (24 августа) было уже в общих чертах обследовано. С этой целью был сделан так называемый круговой галс. Предполагалось пройти миль на 12 к северу от прямой линии, соединявшей банки «Седова» и «Таймыра» (рис. 7). Однако идея этого галса, в значительной мере навеянная соображениями о возможности открытия Земли Попова, не встретила особого сочувствия (главным образом со стороны капитана), и «Седов», увидев в районе глубины № 330 сплоченный лед (7—8 баллов) и не дойдя миль 10 до намеченной точки (на рис. 7 точка *A*), повернул на SSW, хотя по направлению на N усматривались широкие разводья.[1]

5) На восточном галсе были обнаружены «Ледяной остров» (в 30 милях на ESE от о. Визе) и другие детали строения Центральной гряды и жолоба «Седова».

6) На галсе о. Визе — о. Уединения обнаружена банка Визе и установлено отсутствие скалы, проставленной на карте на WNW от о. Уединения.

7) На галсе о. Уединения — о. Диксона получен ряд ценных данных, а именно:

а) установлено было отсутствие на показанном на карте месте так называемого старого о. Уединения;

б) с большей долей вероятия можно было говорить об отсутствии на показанном на карте месте о. Исаченко;

в) обнаружена банка «Седова» — «Малыгина»;[2]

г) выяснена восточная граница отмели у о. Свердрупа.

8) На галсе от мыса Дубинского до мыса Желания прорезан ряд белых пятен и обследована южная часть упоминавшейся выше впадины к востоку от мыса Желания.

9) На галсе от мыса Желания к Маточкину Шару выяснен ряд подробностей в районе Новоземельской впадины.

Батиметрическая карта Карского моря, составленная в марте 1935 г.[3] по результату работ 1934 г. («Седова», «Садко» и «Ермака), была уже значительно вернее, чем упоминавшиеся выше первоначальные эскизы.

Апрель 1936 г.
Ленинград.

---

[1] Таким образом, «Седов» в 1934 г. дважды был довольно близок к открытию о. Ушакова.

[2] Дополнение № 1 — 1936 г. к Лоции Карского моря, изд. ГО УМС РККА и ГУ Главсевморпути, Л., 1936.

[3] Лоция Карского моря, ч. II, 1935, стр. 22.

ТРУДЫ АРКТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ТОМ 83. ЛЕНИНГРАД, 1937. СТР. 75—97
TRANSACTIONS OF THE ARCTIC INSTITUTE
VOL. 83. LENINGRAD. 1937. PP. 75—97

НАБЛЮДЕНИЯ НАД ПРОЦЕССАМИ ОБРАЗОВАНИЯ И ТАЯНИЯ МОРСКОГО ЛЬДА

Б. П. БРУНС

Настоящая статья представляет попытку разобраться в механизме некоторых процессов, происходящих при образовании и таянии льда. При изложении автор основывался частично на наблюдениях, произведенных на л/п «Седов» в 1934 г., частично на догадках, казавшихся вероятными. Выдвигаемые автором объяснения отнюдь не претендуют на звание теорий и должны быть проверены дальнейшими наблюдениями и опытами.

При изложении автор несколько подробнее остановился на методике работы со льдом, так как неразработанность последней сильно ощущалась нами во время плавания.

При остановке ледокола среди битого льда у исследователя всегда имеется перед глазами большое количество льдин самого разнообразного размера, начиная от совсем мелких кусков и кончая большими осколками крупных ледяных полей. Наиболее интересным для физико-химической характеристики льда данного района является изучение крупных ледяных полей, на которых лучше можно проследить характер изменений, происходящих во льду при его таянии и разрушении, так как имеется возможность производить вертикальные и горизонтальные разрезы льда, будучи уверенным, что не впадаешь при этом в ошибку из-за переворачивания небольших плавающих льдин. Кроме того, мелкие льдины подвергаются разъедающему действию морской воды в значительно большей степени, чем крупные, и количественно это разъедание целиком зависит от формы плавающего куска льда и, следовательно, является случайным. При больших же льдинах разъедание идет только с нижней стороны льдины, независимо от ее размеров. То, что сказано о разъедании водой, относится и к действию воздуха. Если льдина достаточно большого размера, то можно считать, что выветривание ее идет равномерно по всему горизонту, и, следовательно, взятая в любой части проба будет характерна для данного поля, — конечно, если проба взята не от самого края. Для исследования мы извлекали куски весом 1—1,5 т, для чего пользовались паровой лебедкой. От извлеченного куска льда немедленно отбирались пробы для определения солености, так как пребывание льда на палубе, особенно при температуре выше 0°, вызывает в нем значительные изменения. В тех случаях, когда не было заметно слоистости или она была выражена недостаточно ясно, производился вертикальный разрез льдины, и брались пробы через каждые 10 см; при наличии же явно выраженных слоев пробы брались из каждого слоя. Если толщина

слоя превышала 10—15 см, то обычно из слоя бралось несколько проб. Перед распилкой льда мы удаляли края льдины, подвергшиеся воздействию морской воды; таким образом, все взятые пробы относятся к середине льдины и, надо полагать, достаточно характеризуют ее.

После распилки в каждом отдельном случае составлялось описание льдины, приводимое ниже.

Для определения солености льда мы применили метод определения электропроводности воды из растаявшего льда. Этот метод в данном случае более удобен, чем титрование хлора, принятое в гидрологии, так как колебание в содержании солей во льду очень велико и практически нельзя пользоваться одним раствором $AgNO_3$. Во многих же случаях, когда содержание солей становится очень незначительным, титрование хлора с индикатором практически невозможно, так как поправка на индикатор становится близкой к результату титрования хлора. Измерение же электропроводности дает при всех концентрациях постоянную ошибку, равную, примерно, 0,5%.[1] Такая точность, конечно, недостаточна при определении солености воды, но для льда, колебания солености которого даже в двух соседних пробах одного горизонта достигают 50%, эта точность вполне удовлетворительна.

Определение электропроводности производилось методом Кальрауша с зуммером и телефоном. В нашем распоряжении было три сосуда для определения электропроводности с константами 48,59; 5,41 и 0,486, которые были определены по 0,02 нормального раствора хлористого натра. Для раствора слабой концентрации применялся прибор № 2, для более крепких — прибор № 1. Прибор № 3 представлял собой пипетку с впаянными электродами очень маленькой емкости, позволявшую производить определения электропроводности малых количеств раствора.

В начале производства работ необходимо было выяснить вопрос, какое количество льда надо брать из слоя, чтобы характеризовать его соленость. Мальмгрем считает, что проба в 50 куб. см вполне достаточна, так как в трех отдельных определениях проб по 50 куб. см он получил удовлетворительную сходимость при титровании. Однако первые же опыты с летним льдом показали, что получить сходные результаты солености для проб, взятых с одного горизонта, не удается. Сперва было взято по 50—60 куб. см льда, и получены значительные расхождения:

$$\varkappa \cdot 10^3 = 0{,}641;\ 0{,}241;\ 0{,}386$$

Затем, полагая, что для летнего льда, структура которого сильно нарушается таянием, пробы такого объема недостаточны, стали брать по 500—600 куб. см из слоя. Но и в данном случае две пробы, взятые рядом на одном горизонте, также дают значительные расхождения:

$$\varkappa \cdot 10^3 = 0{,}347;\ 0{,}209;\ 0{,}352$$

Полагая, что эти расхождения вызваны локальными скоплениями рассола внутри льда, мы провели еще одну серию определений солености малых проб льда, для чего с одного горизонта была выпилена пластина льда толщиной в 30 мм и разделена на вертикальные стол-

---

[1] Ошибка в данном случае вызвана главным образом непостоянством температуры, при которой производятся определения электропроводности, и введением вследствие этого поправки. Если же применять термостат с постоянством температуры в пределах 0°,05 Ц, то ошибка может быть еще снижена.

бики размером 15 × 15 мм, так что в каждой пробе было около 6 куб. см льда. Как видно из табл. 1, колебания солености в пробах и в этом случае довольно значительны (максимально 32,5%).

Таблица 1

Ряды проб	1	2	3	4	5	6	7	8
I	2,72	2,39	2,29	2,61	2,03	1,95	2,58	2,32
II	2,18	2,11	2,05	—	2,09	2,19	2.30	2,25
III	2,28	2,50	2,08	2,24	2,26	2,11	2,38	2,79
IV	2,23	2,14	2,24	2,29	2,30	2.43	2,30	2,32
V	2,06	2,15	2,24	2,31.	2,53	2,43	2,45	2,54

Примечания: 1. Горизонтальный слой толщиной в 3 см был распилен на кусочки поверхностью 15 × 15 мм. В каждой пробе полученной воды определялась соленость по электропроводности. Пробы расположены в том порядке, в котором они брались. Значения электропроводности выражены $\varkappa \cdot 10^3$ и приведены к 18° Ц.

2. Проба льда, взятая рядом с изученным слоем размером около 800 куб. см, дала электропроводность $1{,}755 \cdot 10^{-3}$.

Как видно из таблицы, часто пробы, взятые рядом, дают совершенно совпадающую соленость (IV—3 и V—3; IV—6 и V—6) или очень близкую, почти в пределах ошибок опытов (IV—2 и V—2; III—4 и III—5; IV—7 и V—7). Иногда наблюдаются очень большие отклонения, достигающие 24,5%, а иногда (I—6 и I—7) менее значительные, но все же очень большие колебания (I—1 и I—2; II—8 и III—8 и др.). Отсюда видно, что колебания соленостей отдельных участков очень резки и что соленость на протяжении 2 см может меняться до 30%. Интересно, что числа проб определенных пределов солености удовлетворительно располагаются на кривой, очень сходной с кривой вероятности. Последнее показывает, что условия, регулирующие соленость льда данного участка, являются чисто случайными. Вероятно, и пробы большего размера, взятые из одного слоя, будут подчиняться тому же закону. Последние, конечно, надо еще проверить на большем количестве определений, чем это сделано у нас.

Из приведенного материала ясно, что пробы в 5, 50 и 500 куб. см не дают среднего содержания соли данного горизонта льдины и что в каждом горизонте имеем значительные колебания солености. Эти отклонения, в основе которых, несомненно, лежит неоднородность льда до его таяния, вероятно, еще усиливаются процессом внутреннего таяния льдин, который сопровождается опреснением льда и идет неравномерно в толще льдины. Несомненно, что неравномерное внутреннее таяние льдины на одном горизонте должно быть вызвано неравномерным распределением солености в льдине до начала таяния. Таким образом, полученные нами данные не подтверждают данных Мальмгрема об однородной солености льда до начала таяния. Определения солености, проведенные Ю. Н. Дерюгиным во время зимовки на

мысе Желания в 1934/35 г., показали, что соленость не подвергавшегося таянию льда обычно также очень неравномерна. Была найдена разница соленостей в соседних пробах одного горизонта до 30%. Повидимому, однородная соленость морского льда, наблюдавшаяся Мальмгремом, является не общим правилом, а скорее исключением, вызванным особыми условиями образования льда. Принимая во внимание изложенное, мы старались при изучении разреза льдины брать по возможности пробы с одного горизонта в нескольких местах, полагая, что таким образом получим более правильные средние значения содержания солей данного горизонта.

Что же подразумевать под соленостью морского льда в период его таяния? Как будет видно из описания отдельных образцов, во многих летних льдинах встречаются пустоты, заполненные морской водой, размер которых доходит до 10—15 см диаметром. Между такими пустотами и малыми количествами соленой воды, заключающейся между отдельными кристаллами льда, существуют все переходы. Пустоты обычно соединяются друг с другом, и при извлечении такой льдины на палубу, из нее выливается довольно значительное количество воды. Такое искусственное опреснение льда происходит в различной степени в зависимости от размера пустот в льдине. Сказанное относится не только к широким ходам, заполненным водой, но и к мелким, так как даже промежутки в доли миллиметра, незаметные на внешний вид, — должны довольно быстро лишиться своей воды. Следовательно, определение солености в летнее время дает условную величину. Вернее, мы получаем содержание рассола, заключенного в самых узких капиллярах, из которых не успела, вследствие вязкости, вытечь вода, или в которых она держится силами поверхностного натяжения. Расхождение между полученной величиной солености и истинной, подразумевая под последней содержание солей в льдине при ее плавании в воде, будет зависеть, следовательно, от ее структуры и степени разрушения.

Для определения прочности льда экспедиция располагала гидравлическим прессом с манометром, позволявшим осуществить давление до 3 т, и прибором Арнольда-Алябьева для определения прочности на излом с динамометром до 100 кг.

Для определения прочности из определенного горизонта выпиливался слой льда, который затем разрезался на кубики размером $6 \times 6 \times 6$ см. Площадь, на которую производилось давление, измерялась с точностью до 1 см^2; прочность выражалась в кг/см^3, необходимых для разрушения образца. Однако такая методика работы имела тот недостаток, что ручным способом было очень трудно выпилить кубик с точно параллельными гранями. Незначительное же отклонение от параллельности вело к неравномерной нагрузке на площадку кубика, и последний разрушался при меньшем давлении.[1] Этим, надо пола-

[1] В настоящее время этот недостаток устранен. В работах по физико-химии льда, ставящихся в 1936/37 г. на ряде полярных станций, мы применяем 2 круговые пилы, насаженные на один вал и дающие, таким образом, вырезанным кубикам льда строго параллельные грани.

Большим недостатком при изучении прочности льда в экспедиционных условиях является неопределенность температуры, при которой проводятся испытания. Обычно температура воздуха выше 0°, и выдерживать пробы, пока они примут определенную температуру, конечно, бессмысленно, так как последнее ведет к внешнему и внутреннему таянию льда. Поэтому трудно проводить точные колпчественные сравнения между отдельными образцами и связывать их со структурой льда. При работах, проводимых в настоящее время на зимовках, это

гать, и объясняется расхождение в результатах, получаемых на отдельных кубиках, даже в тех случаях, когда определение производилось на однородном, совершенно прозрачном и практически пресном льде. В образцах льда, содержащего соль, к этому прибавляется еще и неоднородность состава, как это было показано выше, в разделе о солености.

Расхождения между отдельными определениями прочности видны из ниже помещенных таблиц, в которых приведены результаты, полученные для пресного прозрачного льда.

Верхний слой льдины

перпендикулярное давление

	45,0	36,5	46,5	34,0	38,0
	60,5	37,5	43,5	33,5	37,5
	34,0	54,0	28,0	39,0	37,5
	23,0	41,5	43,0	20,0	42,5
	38,0	38,0	58,0	55,0	52,0
Среднее значение из 5 определений . . .	40,0	41,0	44,0	36,0	41,0

Среднее из 20 определений = 40,5

Верхний слой льдины

параллельное давление

	28,0	20,0	20,5	23,0	15,7
	26,0	24,5	31,0	18,0	18,5
	24,0	19,0	16,0	16,6	12,3
	19,5	21,5	21,2	11,6	15,8
	26,5	21,0	16,0	15,8	16,7
Среднее значение из 5 определений . . .	24,8	26,0	21,0	17,0	16,8

Среднее из 20 определений = 21,1

Взятый образец льда был совершенно прозрачен и однороден, так что отклонения в отдельных определениях, несомненно, являются ошибками опыта, вызванными, главным образом, неправильностью граней выпиливаемых кубиков. Как видно из приведенных данных, даже среднее из пяти определений дает колебания от 36,0 до 44,0 кг/см³ для перпендикулярного давления и от 16,8 до 26,0 — для параллельного давления. Ясно, что такая методика дает даже для однородного льда результаты удовлетворительной точности только при очень большом числе отдельных испытаний.

Очень сходные результаты по абсолютной величине прочности получил Барнес для пресного льда реки св. Лаврентия. В его опытах прочности при давлении перпендикулярно к поверхности льдины колебались от 17,5 кг/см³ до 45,5 кг/см³.

учтено. Для проведения испытаний при одной температуре будут использованы термостатные шкафы, куда можно будет загружать пробы и выдерживать их при строго определенной температуре перед испытанием. При такой методике полученные результаты вполне надежны и сравнимы.

Несколько меньше расхождения, как видно из двух следующих выводов, дает лед, содержащий некоторое количество соли. Вероятно, бо́льшая пластичность такого льда позволяет до разрушения пробы несколько выравнить площадки кубиков, что и приводит к более равномерной нагрузке на всю испытуемую площадь.

	1. Верхний слой льдины		2. Верхний слой льдины	
	перпендикулярное давление		параллельное давление	
	8,3	7,6	8,3	7,2
	10,6	7,7	6,8	7,7
	7,1	7,7	7,7	6,7
	12,8	12,0	8,7	7,7
	9,1	9,9	9,9	7,7
Среднее из 5 определений	9,6	9,0	8,3	7,4
	Среднее 9,3		Среднее 7,8	

Определения прочности морского летнего льда, на излом, как показали наши опыты, дают чрезвычайно нехарактерные величины, колеблющиеся в больших пределах. Происходит это потому, что для испытания на излом прибором Алябьева требуется длинный брусок льда, который чрезвычайно трудно получить однородным. Наблюдения показали, что разлом происходит всегда по месту, содержащему пустоты или более рыхлые образования. Для получения среднего значения прочности на излом, следовательно, требуется гораздо большее число определений, чем для раздавливания.

Необходимо несколько остановиться на вопросе о том, что принимать за механическую прочность льда. Летние льдины, как уже говорилось выше, почти все содержат множество пустот, часть которых бывает довольно значительных размеров. Если мы желали бы характеризовать прочность всей льдины, то должны были бы взять для испытания очень значительные куски, включающие все неоднородности и пустоты, чего мы сделать, конечно, не можем, так как потребовался бы пресс в десятки раз более мощный, чем наш. Беря для определения кубики указанного размера, мы естественно отбрасывали те из них, которые содержали крупные изъяны. При таком методе мы характеризуем не всю льдину и даже не определенный слой ее, а, вернее всего тот материал, из которого состоит только плотная часть льдины. В этом отношении наши определения прочности льда приближаются по характеру к определениям соленостей, также характеризующих только участки плотного льда.

Для определения количества акклюдированного воздуха во льду употребляются два прибора. В. В. Шулейкиным предложен прибор в виде стакана, закрывающегося пришлифованной крышкой с бюреткой. В последнюю собираются газы, выделяющиеся при таянии пробы льда, помещенного в стакан. Свободное в стакане пространство Шулейкин заполняет охлажденным ниже температуры таяния льда скипидаром. Недостатком этого прибора является необходимость брать для определения небольшие пробы льда, что при небольшом количестве пузырей или при наличии крупных пузырей не дает среднего значения содержания газов во льду.

Прибор Алябьева, представляющий собой стеклянный колокол, оканчивающийся наверху газовой бюреткой, более удобен, так как позволяет брать большие пробы льда. Алябьев заполнял свободное под колоколом пространство керосином.

В работах применяется прибор Алябьева, причем керосин заменялся морской водой, охлажденной до температуры замерзания. Применение указанными выше авторами органических жидкостей основано, повидимому, на неправильном предположении, что азот и кислород растворяются в них хуже, чем в воде. Действительно же оба газа менее растворимы в воде, чем в неполярных органических жидкостях.[1] Кроме того, органические жидкости имеют свойство загрязнять бюретку, что уменьшает точность отсчетов.

В распоряжении экспедиции было всего два прибора для определения содержания газов, что, как показал наш опыт, явно недостаточно для изучения распределения пузырьков на различных горизонтах льдины, так как таяние проб происходит довольно медленно. Оба прибора (Шулейкина и Алябьева) дают содержания газов со значительной погрешностью, вследствие неизбежного растворения выделяющихся газов в воде или в органической жидкости. Эта ошибка довольно велика и становится весьма ощутительной при малом содержании газов во льду. При конструкции обоих приборов ее трудно учесть, так как процент растворенного газа зависит от величины пузырьков, выделяющихся при таянии, общего содержания газа и т. д. Если допустить, что весь объем воды от растаявшего льда насыщается выделяющимся воздухом, то получается ошибка в 2,5% от объема льда. В действительности ошибка, безусловно, меньше, так как насыщение не может итти до конца, за тот короткий период, который требуется, чтобы пузырек поднялся от льдины до поверхности жидкости. Следует отметить, что определения только количества акклюдированного воздуха являются неполноценными. Гораздо более ценные данные можно несомненно извлечь из изучения распределения и формы пузырьков, что автор и пытался сделать во время работ экспедиции. Сделанные автором наблюдения над механизмом акклюдирования воздуха приведены в заключительной главе этой статьи.

Все приведенные количества газов выражены в кубических сантиметрах при 0° и 760 мм на 1 куб. дм льда.

Кроме общего количества воздуха, включенного в лед, особенный интерес представляет его состав, так как для некоторых льдин можно было предполагать наличие метана, водорода и др. продуктов деятельности бактерий, если допустить, что газ попадает в лед, поднимаясь со дна мелких участков моря. Во льду замерзших прудов встречаются подобные скопления метана. Можно было ожидать, что в окрашенных льдинах будет присутствовать наряду с воздухом и один из упомянутых газов. Для собирания достаточного для анализа количества газа, пользование прибором Алябьева было невозможно, и автор сконструировал на том же принципе большой прибор, позволявший провести собирание газа из 15—20 кг льда. Вместо бюретки была присоединена на каучуковой трубке стеклянная ампулка, которая запаивалась после наполнения ее газом. Кусок льда вырезался такой формы, чтобы он по возможности плотно входил в колпак. Последнее имело целью умень-

[1] Согласно данным, полученным в лаборатории неорганической химии Института им. Карпова проф. Казарновским.

шить до минимума пустое пространство, которое заливалось водой. Ясно, что при таком методе некоторая часть выделяющегося газа растворялась в воде, причем собирающийся газ должен быть беднее более растворимым кислородом, чем тот газ, который заключался во льду. Пробы газа были собраны от льдин различного вида, чтобы получить по возможности разнообразный материал, при этом пробы для анализа брались от льдин, богатых пузырьками, так как при незначительном количестве выделяющегося газа последний претерпевает сильное нарушение своего состава, вследствие неодинаковой растворимости в воде азота и кислорода.

Примененный способ собирания газов не может считаться удовлетворительным с методической точки зрения, и для получения более точных данных по составу включенных в лед газов следует выработать метод, лишенный указанных недостатков. Вероятно, предварительная откачка сосуда, заключающего лед, с последующей отгонкой из воды всех газов будет вполне применима на практике.

Ниже приводятся материалы, полученные во время работ экспедиции на л/п «Седов» в Карском море.

В таблицах для каждой льдины даны толщины слоев, выделяющихся при внешнем осмотре разреза, и их краткая характеристика. Если слой превышал 10 см, из него обычно бралось несколько проб, и в таком случае в графе «высота пробы» дана толщина отдельных кусков, выпиливавшихся из слоя, из которых затем бралась проба всегда в виде цилиндра. Соленость везде дана в виде удельной электропроводности, выраженной в обратных омах. Мы не переводили электропроводность на истинную соленость, так как для сильно разбавленной морской воды не имеется зависимости между соленостью и электропроводностью.[1] С достаточной точностью пока можно считать, что электропроводность пропорциональна солености. Во всех случаях, когда производилось несколько разрезов льдины, на некотором расстоянии, это отмечено в таблице. Если же цифры помещены рядом в одной строке, то пробы брались с одного горизонта одна возле другой.

Прочность дана во всех случаях как среднее из не менее 10 определений. В таблицах даны прочности, полученные при давлении на образец перпендикулярно поверхности льдины и при давлении параллельно поверхности.

Как видно из описания отдельных льдин, мы встречаем в Карском море самые разнообразные по внешнему виду льдины. В некоторых не заметно никакой слоистости, в других, наоборот, мы наблюдаем резко выраженную слоистость. Различный вид слоев, как уже неоднократно отмечалось различными авторами, зависит, главным образом, от количества, формы, размеров и распределения пузырьков в отдельных слоях. Обычно считают, что различная пузырчатость есть следствие различной скорости замерзания воды, являющееся в результате перемен температуры воздуха. При более быстром замерзании воздух, растворенный в воде, не успевает продиффундировать в нижние слои воды и выделяется в виде пузырьков, в то время как при медленном

[1] В настоящее время Ю. Н. Дерюгин произвел тщательные определения электропроводности морской воды для разбавления вплоть до 1 : 128. Им определены также и температурные коэфициенты электропроводности для ряда разбавлений. После обработки полученного им материала мы будем иметь возможность переводить электропроводность на соленость, не делая при этом значительных ошибок.

Льдина № 1

8 августа 1934 г. Обломок ледяного поля был зажат между другими сходными обломками. В льдине явно заметны три слоя, каждый из которых исследован отдельно. Толщина льда 80 см.

№ слоя	Толщина слоя в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды из льда $\varkappa \cdot 10^3$	Содержание воздуха	Механическая прочность	
					⊥	∥
1	40	Белого цвета с воздушными пузырями и глубоко проникающими пещерами во всю толщу слоя	0,642; 0,241; 0,386	26,4	14,9	11,0
2	30	Темнобурого цвета со скоплениями ила в отдельных местах	1,293; 2,75 —	11,2	30,0	19,8
3	10	Совершенно прозрачный с очень незначительным содержанием пузырьков . . .	3,23 — —	10,4	—	—

Примечание. Пробы брались из средней части каждого слоя. Высота проб около 5 см. Объем проб 50—60 куб. см.

Льдина № 2

9 августа 1934 г. Льдина лежала на другой льдине большого размера, не касаясь воды. Толщина ее 24 см. Сверху была покрыта слоем снега толщиной 14 см. Весь лед по цвету и строению был неоднороден. В верхней части пузырей несколько больше, чем в нижней. Пузыри круглой и овальной формы. Нижняя поверхность покрыта бороздами.

№ слоя	Высота пробы в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$	Содержание воздуха	
1	12	Более богатый пузырями слой. Пробы взяты через 6 см	0,0677 0,0878	26,1	29,2
2	12	Более бедный пузырями слой. Пробы взяты через 6 см	0,292 0,778	—	—

Примечание. Пробы брались по 100—150 куб. см.

Льдина № 3

12 августа 1934 г. Льдина свободно плавала в воде, сильно изъедена внутри, напоминает дерево, изъеденное муравьями. Размер пещер доходил до 10 см. Никакой слоистости не было заметно. Размер льдины около 70 × 70 см, высота 60 см. Пробы были взяты через каждые 10 см по высоте.

Пробы	Высота пробы в см	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$	Содержание воздуха	
1	10	1,49	—	—
2	10	1,65	—	—
3	10	1,86	—	—
4	10	1,96	86,4	56,2
5	10	2,51	—	—
6	10	2,45	—	—

Льдина № 4

14 августа 1934 г. Стоянка у о. Визе. Льдину пригнало к береговому припаю ветром. Толщина ее 52 см, площадь 100 × 80 см. В разрезе заметно два неясно выраженных слоя. Верхний более богат пещерами, нижний менее. В нижней части встречаются скопления ила, вокруг которых лед совершенно лишен окраски.

Пробы взяты через равные промежутки в 8—9 см.

№ слоя	Высота пробы в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$	Механическая прочность	
				⊥	∥
1	10	Более богатый пещерами и более рыхлый на вид . .	1,65	12,2	7,2
	10		1,89		
	10		1,43		
2	7	Более плотный слой с меньшим количеством пещер	2,00	45,0	19,4
	7		1,49		
	7		1,80		

Примечание. Механическая прочность относится ко всему слою. Пробы на соленость брались по 400—800 куб. см.

Льдина № 5

16 августа 1934 г. Льдина свободно плавала в воде. Сильно изъедена с краев. Сверху слой плотного снега. Толщина всей льдины 110 см. Явно выделяются следующие слои.

№ слоя	Толщина слоя в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$
1	20 — 24	Зеленоватого цвета с большими мутнобелыми участками. Содержит много мелких пузырей продолговатой формы, сечением 1—2 мм	3,14
2	4	Того же вида, что слой 1, только размер пузырей достигает 8 мм и они более приближаются к шаровидной форме .	2,56
3	40 — 45	Зеленовато-голубой слой с меньшим содержанием пузырьков. Пузырьки сильно колеблются по величине. Ясно заметно расположение пузырьков по плоскостям параллельно поверхности льда, что придает льду слоистый характер	3,44
4	25	Отличается от слоя тремя мутнобелыми участками и бо́льшим содержанием пузырьков, равномерно распределенных в толще слоя	7,92
5	до 13	Неравномерен по толщине вследствие таяния. Совершенно лишен окраски и прозрачен. Очень мало пузырей. Во многих местах слой пронизывался пещерами	22,6

Примечание. Пробы брались из середины каждого слоя и высота проб 12 × 15 см. Объем проб 400—800 куб. см.

Льдина № 6

17 августа 1934 г. Льдина толщиной 105 см, свободно плавала в воде. Сверху ее находился слой снега буроватого цвета. В разрезе отсутствовали ясно выраженные слои. По краям льдина была сильно изъедена и имела пещеры до 10 см диаметром. Окраска верхней части голубовато-зеленая с постепенным переходом к прозрачному бесцветному льду. В верхней части много пузырьков, в средней меньше, в нижнем слое вновь наблюдалось увеличение количества пузырьков. Расположение пузырьков было равномерное, без заметной ориентации в вертикальном или горизонтальном направлении. В некоторых местах средней части льдины наблюдалось частичное скопление пузырьков по плоскостям, параллельным поверхности льдины. Размер пузырьков — от едва видимых глазом до 10 мм в диаметре. Все пузырьки — круглые или слегка продолговатые. В самой нижней части льдины ясно выделялся прозрачный, почти лишенный пузырьков слой около 10—20 см толщины. Пробы взяты через равные интервалы.

№ слоя	Толщина слоя в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$	Количество воздуха	Механическая прочность $\perp$ поверхности
1	ок. 30	Сильнопузырчатый слой .	2,25	91,5	32,7
2	„ 30	Среднепузырчатый слой . .	0,680	32,5	28,6
3	„ 30	Сильнопузырчатый слой .	0,0823; 0,0425	—	37,6
4	„ 20	Почти без пузырьков, прозрачный как хрусталь . . .	0,0215	—	—

Примечание. Пробы брались из середины слоя по 12—15 см высоты.

Льдина № 7

19 августа 1934 г. Осколок, отбитый от края большого ледяного поля. Толщина 162 см. На расстоянии 40 см от поверхности наблюдался сильно разрушенный слой, соединяющийся с нижней частью в некоторых участках только тонкими колонками льда. Верхний слой был сильно изъеден, с большим количеством пещер. Пещеры, хотя в меньшем количестве, наблюдались и в нижней части льдины. Слоистости ни в верхней, ни в нижней частях не было заметно. Пробы брались из верхней части приблизительно через каждые 7 см, из нижней части — через 10 см.

Пробы по порядку	Высота пробы в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$	Количество воздуха
1	7	Верхняя часть льдины толщиной около 40 см . .	1,45	
2	7		1,28	
3	7		0,70	
4	7		1,19	
5	7		1,73	
6	7		1,96	
7	10	Из части льдины, подвергшейся сильному разрушению, проб не взято .	1,69	
8	10		—	
9	10		—	
10	10		2,81	43,5; 39,0
11	10		3,08	
12	10		3,01; 3,22; 3,81; 2,56	
13	10	Нижняя часть толщиной около 100 см	3,47	
14	10		3,89	
15	10		4,17	
16	10		4,61	

Примечание. Пробы на воздух взяты из середины нижней части льдины.

Льдина № 8

20 августа 1934 г. Льдина была отколота от края большого ледяного поля, покрытого слоем снега высотой в 9 см. Толщина около 115 см. На ней заметны были слои следующего вида.

№ слоя	Толщина слоя в см	Высота пробы в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды × 10^3	Механическая прочность ⊥	Механическая прочность ∥
1	9	—	Снеговой слой	—	—	—
2	6	6	Слой прозрачного льда с небольшим количеством пузырей	0,698	8,3	7,7
3	20	9	Зеленоватого цвета с мелкими пузырями круглой формы в небольшом количестве	0,386	10,9	8,5
		9		1,143		
4	15	7	Сильно изъеденный слой, по которому легко отделяется нижняя часть льдины от верхней. Пронизан большим количеством пещер.	0,942; 0,913	—	—
		7		2,03	—	—
5	11	11	Слой прозрачного льда с большим содержанием воздуха. Наблюдаются в небольшом количестве каналы, идущие параллельно поверхности льдины	2,31; 2,01	9,1	7,4
6	35	10	Голубовато-серый слой с пещерами, расположенными по горизонтали	2,07; 2,39	—	—
		10		2,00; 2,23	—	—
7	10	10	Большое количество пещер, расположенных параллельно поверхности. Пузырей почти нет.	3,22; 2,75	—	—
8	5—10	10	Совершенно прозрачный слой с очень редко встречающимися пузырями. Пещер совсем нет	4,18; 4,43	—	—

замерзании воздух может почти не захватываться. Арнольд-Алябьев даже воспроизвел такие слои в лабораторной обстановке, наливая последовательно несколько раз жидкий воздух в сосуд, погруженный в воду. Образовавшиеся от подобных причин слои должны быть расположены строго параллельно поверхности льдины. Однако нам неоднократно приходилось наблюдать резко выраженную слоистость, причем отдельные слои шли под различными углами к поверхности льда. Часто в таких случаях два разреза льда, сделанные на некотором расстоянии, совершенно не воспроизводят друг друга. Происхождение слоистости в таком случае является следствием торошения льда в период его образования. Вероятно, мы имеем в таком случае слои, образованные нагромождением небольших обломков льдин, которые затем смерзаются в общую массу. Громоздиться и смерзаться несомненно могут льдины самой различной толщины, начиная от нескольких миллиметров до десятков сантиметров. Во время стоянки у о. Визе автор наблюдал замерзание пространств свободной воды между большими передвигающимися льдинами. Тонкий, свежеобразо-

ванный слой льда надвигался один на другой и образовывал структуру, напоминающую слоеное тесто. Через несколько часов все слои смерзались вместе, и получался на вид однородный лед. Нижняя поверхность образующегося льда почти всегда слегка неровная, так что при таком надвигании захватывается некоторое количество морской воды, которая при замерзании создает прослойку более богатого солями льда. При надвигании льдин большой толщины морской воды должно захватываться больше, так как неровности у толстых льдин обычно больше, и может образоваться довольно мощная прослойка соленого льда. Естественно, что при таянии такая прослойка должна разрушаться в первую очередь, приводя к горизонтальному расслоению

Льдина № 9

21 августа 1934 г. Льдина свободно плавала в воде. Цвет буровато-желтый. Сверху тонкий слой снега. Подводная часть с большим количеством языков и пещер, доходящих до 15 см диаметром. При распиле заметны были слои темно-бурого цвета, перемежающиеся с более светлыми. При распиле рядом наблюдались совершенно другие слои. Повидимому, льдина произошла от смерзания большого количества обломков льда различного цвета, от совершенно бесцветных до темнобурых. При горизонтальном разрезе также наблюдаются места с различной окраской, причем границы между ними очень резкие. На рис. 1 изображен один такой разрез, из различных мест которого были взяты пробы на соленость.

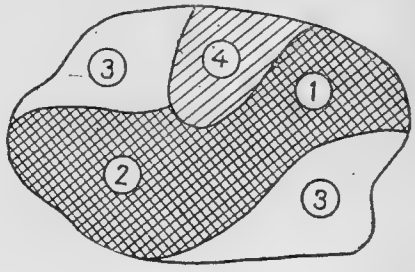


Рис. 1.
Цифры на рисунке показывают места, откуда взяты пробы.

Толщина льдины около 1 м. Мелкие пузырьки в небольшом количестве по всей толще.

№ пробы	Высота пробы и характеристика участка	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$
	Вертикальный разрез	
1	10	0,97
2	13	1,52
3	10	1,75
4	10	1,79
5	10	2,00
6	10	3,58
7	10	2,85
8	10	2,80
9	8,5	3,53
10	8,5	2,32
	Горизонтальный разрез[1]	
1	Участок темнобурого цвета . . .	1,48
2	» » »	1,61
3	Совершенно белый участок . . .	1,47; 1,63
4	Светлобурый участок	1,84

[1] Места взятия проб отмечены на рис. 1.

Льдина № 10

22 августа 1934 г. Льдина свободно плавала в воде. Поверхность ее была покрыта слоем старого снега. Толщина льдины около 75 см. Ясно заметны следующие слои.

№ слоя	Толщина слоя в см	Высота пробы в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^6$
1	6	6	Белый слой с крупными пузырьками круглой или слегка овальной формы	0,257; 0,733
2	45	10	Слой с продолговатыми пузырьками, сильно растянутыми по вертикали. Длина пузырьков достигала 3 см при диаметре около 1 мм. Цвет молочно-белый с голубоватым оттенком в местах, заключающих меньшее количество пузырьков	0,387; 0,690
		10		0,0475; 0,0423
		10		0,106; 0,217
		8		0,490; 0,597
3	4	4	Слой с меньшим количеством пузырьков, также продолговатой формы. Местами заметна слегка буроватая окраска. Небольшое количество пещер 10—15 мм диаметром	1,37 —
4	30	7	Слой, лишенный бурого оттенка, с более крупными пузырьками, менее растянутыми по вертикали. Пузырьки располагаются параллельно поверхности льда	1,52; 1,12
		7		2,60; 1,88
		7		3,19; 2,88
		7		

льдины. Подобное горизонтальное расслоение мы неоднократно наблюдали на тающих льдинах, причем иногда льдина легко распадалась на 3—4 слоя. Промежуточной стадией такого таяния являются слои льда с большим количеством пещер и пустот, по которым проникает морская вода, ведя дальнейшую работу разрушения слоя. Объяснение слоистости различной скоростью замерзания остается при этом в силе, но надо думать, что одного изменения температуры воздуха здесь недостаточно. Ю. Н. Дерюгин в 1934/35 г. наблюдал образование льда на береговом припае мыса Желания, причем температура воздуха менялась в пределах от 0 до —40° Ц, но совершенно отсутствовало торошение. Однако никакой слоистости льда не было им замечено. Таким образом роль перемены температуры воздуха в слоистости льда нельзя считать установленной.

Кроме слоев, отличающихся различным содержанием воздуха, очень часто встречаются слои, окрашенные посторонними минеральными включениями. Последние попадают в лед, вероятно, различными путями, и изучение их представляет несомненно большой интерес, так как сможет дать ценные сведения о происхождении льдин. Надо полагать, что образование окрашенных льдин так или иначе связано с участками, расположенными вблизи берега, или с мелкими местами моря.

Кроме описанного выше разрушения по горизонтальным плоскостям, часто встречаются льдины с вертикальными каналами и многочисленными ходами, напоминающие изъеденное муравьями дерево. Каналы происходят, повидимому, из-за неравномерной солености, вызывающей внутреннее таяние. Если в льдине образовался канал, размеры которого позволяют беспрепятственно проникать воде, то даль-

Льдина № 11

27 августа 1934 г. Кусок подводной части, отломанный от большой, свободно плававшей льдины. Поверхность льдины была покрыта старым снегом. Взятый образец был бурого цвета, различного оттенка в разных участках. В вертикальном разрезе наблюдались резко выраженные слои, отличающиеся по внешнему виду исключительной интенсивностью бурой окраски. При горизонтальном разрезе наблюдалась неоднородность, но не в виде слоев, а в виде резко разграниченных участков также бурой окраски различной интенсивности. Несомненно, льдина

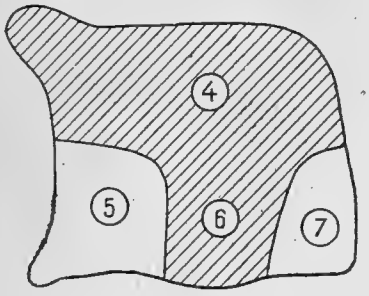


Рис. 2.
Цифры на рисунке показывают места, откуда взяты пробы.

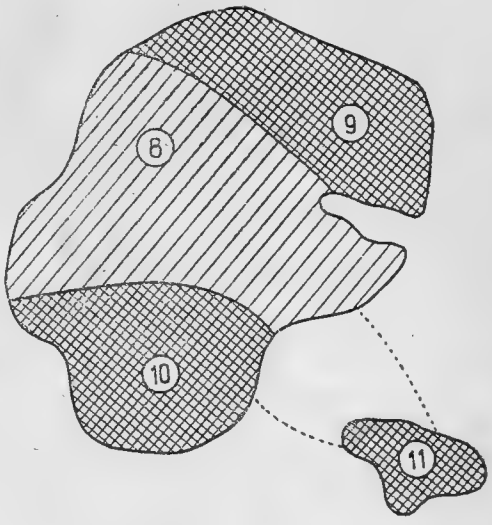


Рис. 3.
Цифры на рисунке показывают места, откуда взяты пробы.

произошла от смерзания отдельных кусков мелкобитого льда. Пузырьков — среднее количество. Все пузырьки были круглой или слегка продолговатой формы. Распил образца произведен перпендикулярно поверхности, кроме того взято два разреза горизонтальных, которые описаны ниже и изображены на рис. 2 и 3.

№ пробы	Высота пробы в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$	Содержание воздуха
		Вертикальный разрез		
1	15	Почти совершенно прозрачный слой	0,01195; 0,0162	59,0
2	15	Бурый слой	0,0182; 0,0203	21,4
3	15	Слабобурый слой	0,01296	—
		Горизонтальный разрез		
4	—	Очень темный участок	0,014	—
5	—	Почти бесцветный участок, которому пузырьки придают мутность .	0,01816	—
6	—	Очень темный участок	0,0221	—
7	—	Почти бесцветный участок, сходен по внешнему виду с пробой № 5 .	0,01149	—
8	—	Слабо окрашенный лед	0,00934	—

№ пробы	Высота пробы в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$	Содержание воздуха
9	—	Очень темный лед со скоплениями в отдельных местах ила, который придает разрезу пятнистый характер	0,0127	—
10	—	Очень темный лед, совершенно сходный с пробой № 9	0,0299	—
11	—	Очень слабо окрашенный лед . .	0,0194	—

Примечания. 1. Горизонтальный разрез верхней части (рис. 2). Пробы 4—7 взяты из участков различной интенсивности окраски.

2. Горизонтальный разрез средней части льдины, пробы 8—11, показал совершенно иное расположение темных и светлых участков, чем в разрезе верхней части. Пробы брались от участков различной окраски. Проба № 11 взята от выступающей части образца (рис. 3).

нейшее его увеличение должно итти гораздо быстрее. Подобные льдины особенно часто встречаются у берегов, где, сидя на мели, они подвергаются непрерывному промыванию водой, уровень которой колеблется благодаря приливам и отливам или волнениям. Большое скопление таких льдин мы наблюдали в 1934 г. у берегов о. Уединения.

Мальмгрем нашел зависимость между температурой воздуха, при которой происходило замерзание морской воды, и количеством аккумулируемой льдом соли. Чем ниже температура, тем больше в образовавшемся льду задерживается морской воды. Он объяснил это влияние тем, что при низкой температуре благодаря большой скорости роста слоя льда соли не успевают продиффундировать вниз и остаются между кристаллами льда. При более медленном замерзании успеет продиффундировать больше солей и меньше их задержится во льду. Не вдаваясь сейчас в критику этого объяснения с количественной стороны, мы отметим только, что данное объяснение не кажется нам исчерпывающим. К этому объяснению несомненно надо прибавить еще влияние величины кристаллов льда, которая, как будет видно из дальнейшего, должна сильно влиять на количество увлекаемого льдом рассола.

В экспедиции «Седова» мы пытались получить данные по распределению солей во льду, применяя метод определения его электропроводности при различных температурах вплоть до —20° Ц.[1]

Электропроводность чистого льда, как известно, очень мала и колеблется в пределах 10^{-10}—10^{-12} обратных ом. Электропроводность же соленой воды, находящейся в равновесии со льдом при —5—10° Ц будет порядка 10^{-1} обратных ом. От того, как распределяется рассол внутри льда, будет зависеть, следовательно, его электропроводность. Если бы находящийся во льду рассол заключался в изолированных вакуолях, то электропроводность соленого льда сохранила бы тот же порядок, что и пресного. Если же рассол распределяется по капилля-

[1] В этом исследовании деятельное участие принимал Л. С. Бориштанский, и вся работа проведена совместно с ним.

Льдина № 12

Льдина плавала среди мелкобитого льда и резко выделялась среди других обломков своим внешним видом. Слои были выражены очень сильно. Льдина состояла из двух частей, которые, видимо, смерзлись после нагромождения одной на другую. Характеристика слоев дана ниже.

№ слоя	Толщина слоя в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$
1	24	Совершенно прозрачный, как хрусталь, слой. Перпендикулярно слою немногочисленные, расположенные цепочками, едва заметные на-глаз пузырьки продолговатой формы . .	0,0025
2	12	а) Резко отделялся от предыдущего слоя, был окрашен в слабобурый цвет, который постепенно переходил в более интенсивный. Содержал среднее количество пузырьков, расположенных по горизонтали . .	
		б) Снизу тонкий, почти прозрачный лед с нерезким переходом от слоя № 2а. Пузырьки располагались по вертикали в цепочки	0,071; 0,084
3	1	Очень мутен, резко отграничен от слоя № 2. Содержал много круглых мелких пузырьков. Загрязнений совсем не было видно . . .	0,770
4	1,5	Слабо загрязнен. Имеет более продолговатые пузырьки. Не очень резко отграничен от слоя № 3	0,942
5	22	Голубоватого оттенка, мутен вследствие содержания большого количества очень вытянутых по вертикали пузырьков, длина которых доходила до 150 мм при очень малом сечении в 0,5—1 мм.	0,872; 0,875
6	3	Молочнобелый слой, резко отграниченный от слоя № 5. Содержал много очень мелких пузырьков почти шарообразной формы	1,182
7	2	Резко отграниченный слой оранжево-красного цвета. Очень рыхлый и легко отделялся от слоя 6, рассыпаясь при слабом давлении . . .	0,518
8	23	Слой рыхлого, сильно разрушенного льда или уплотненного снега. Содержал много непараллельно расположенных бурых прослоек	0,857; 1,091; 0,405
9	3	Мутный слой, очень слабо окрашенный в бурый цвет, имел большое количество мелких круглых пузырьков	0,200
10	14	Бурый слой, постепенно переходящий в следующий, совершенно бесцветный, имел загрязнения в виде крупинок, включенных среди совершенно чистого, как хрусталь, льда; книзу крупинки постепенно редеют	

№ слоя	Толщина слоя в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$
		и располагаются в виде цепочек перпендикулярно поверхности слоя .	0,0477; 0,0382
11	10	Совершенно прозрачный чистый, как хрусталь, лед. По внешнему виду был совершенно сходен со слоем № 1 .	0,0105
12	10	Бурый слой с крупными включениями. В отличие от слоя № 10 лед между крупными включениями был также бурого цвета; очень неравномерной толщины, вследствие таяния.	0,087; 0,088

Примечание. Электропроводность воды из слоя № 11 соответствует лабораторному бидестилляту.

Механические испытания проведены с обоими прозрачными слоями льда. Во всех случаях при разрушении куски с треском разлетались в разные стороны.

Слой № 1

Среднее из 25 определений параллельно поверхности льдины дает . . . . . 39,6 кг/см³
Среднее из 25 определений перпендикулярно поверхности льдины дает . . . . . 20,0 » »

Слой № 11

Среднее из 21 определения перпендикулярно поверхности льдины дает . . . . . 34,0 кг/см³
Среднее из 21 определения параллельно поверхности льдины дает . . . . . 20,3 » »

Как видно, средняя величина в обоих случаях весьма сходится.
Отдельные же определения расходятся довольно значительно.
Так, для слоя № 1 минимальная из полученных величин дает 20 кг/см³, максимальная 60 кг/см³.

Льдина № 13

19 сентября 1934 г. Молодой лед. Толщина 8 см. Мутен. Совершенно однороден на вид. Много очень мелких пузырьков. При погружении в воду почти совершенно терял мутность. Капилляры пронизывали всю толщу льда. С нижней стороны был заметен слой игольчатого строения толщиной в 3 см с иглами, направленными перпендикулярно поверхности льдины. Вероятно, верхняя часть льдины произошла от смерзания с основной, а нижняя являлась результатом дальнейшего намерзания. Пробы взяты из верхнего слоя через каждые 2 см. Нижний игольчатый слой взят особо.

№ пробы	Высота пробы в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$	Содержание воздуха
1	2	Мутный равномерный слой . . .	4,52	6,5; 3,8
2	2		3,12	
3	2		4,56	
4	2		4,96	
5	3	Слой игольчатого строения . . .	8,72	

Примечание. Содержание воздуха в данном случае — величина условная, так как бо́льшая часть его легко выходит при погружении в воду. Вероятно, весь воздух заключен в открытых капиллярах.

рам, сообщающимся между собой, то электропроводность куска льда должна быть совершенно другого порядка, так как в данном случае ток пойдет по заполненным водой капиллярам, сопротивление которых ничтожно по сравнению с кристаллами чистого льда. На деле мы имеем последний случай, и электропроводность ряда образцов морского льда

Льдина № 14

19 сентября 1934 г. Льдина свободно плавала в воде между большими ледяными полями и имела форму перевернутого гриба, толщина льдины 70—80 см. Ясно разграничивается верхняя часть толщиной в 30 см, легко отделяемая от нижней по очень сильно выветренному рыхлому слою. В верхней части много идущих в разных направлениях пещер, диаметром до 60 мм. В нижней части пещеры очень редки — 1—2 на сечение. В нижней части наблюдались участки беловатого рыхлого льда, повидимому представляющие начальную стадию образования пещер. В нижней части наблюдались небольшие скопления ила, вокруг которых находился совершенно чистый лед. В некоторых пещерах, расположенных выше, наблюдались образования игольчатых кристаллов льда. Нижняя часть совершенно лишена слоистости, верхняя же имеет слои. Сделано три параллельных сечения нижней части на расстоянии 30 см друг от друга.

№ слоя	Высота пробы в см	Характеристика слоя	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$			Содержание воздуха
			1 разрез	2 разрез	3 разрез	
1	20	Верхняя часть льдины сильно разрушена	0,294; 0,276	—	—	48,5
2	10	Слой почти совершенно прозрачный с крупными продолговатыми пузырьками до 5 мм диаметром . .	0,431 —	—	—	—
3	10	Слой почти совершенно однородный со скоплениями мутного разрушающегося льда	0,758 —	—	0,796	61,2
			1,56 —	1,137	1,057	—
	10		2,24	1,56	1,56	—
	10		3,19	2,57	3,97	—
	10		—	2,88	3,60	—

Льдина № 15

24 сентября 1934 г. Льдина была целиком погружена в воду. Размер льдины около 2 кв. м. Толщина в средней части достигала 20 см, к краям она сильно уменьшалась. В льдине замечалось много круглых, диаметром до 10 см, отверстий со сглаженными краями. Края льдины неровные, поверхность ее совершенно гладкая, пузырьки воздуха круглой формы, равномерно распределены в толще льда. Кроме круглых, имелись пузырьки сильно ветвистого вида, до 70 мм длины, направленные перпендикулярно поверхности льдины. Сделано три разреза перпендикулярно поверхности в разных местах, на расстоянии, примерно, 40 см друг от друга.

№ пробы	Высота пробы в см	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$			Содержание воздуха среднее по всей толще
		1 сечение	2 сечение	3 сечение	
1	6	0,502	0,530	0,509	
2	6	0,347	0,209	0 352	26,4; 23,1
3	6	0,205	0,0623	0,117	

Льдина № 16

26 сентября 1934 г. Льдина свободно плавала в воде. Края были сильно изъедены. Толщина около 30 см, неравномерная. В верхней части много пещер, идущих параллельно поверхности льдины. Во всей льдине очень много пузырьков, круглой или слегка продолговатой формы. Книзу льдина становилась постепенно прозрачнее, в особенности у нижней поверхности. Сделано два разреза перпендикулярно поверхности льдины.

№ пробы	Высота пробы в см	Характеристика пробы	Электропроводность воды $\varkappa \cdot 10^3$	
			1 сечение	2 сечение
1	10	Очень мутный лед	0,685	1,111
2	10	Мутный лед	0,346	0,523
3	10	Почти прозрачный лед	0,289	0,1611

оказалась порядка 10^{-4}—10^{-5} обратных ом. Кроме того, температурный коэфициент электропроводности льда в пределах от —5 до —18 Ц вполне удовлетворительно объясняется, если предположить, что практически вся заключающаяся во льду соль принимает участие в проводимости. Это показывает, что во льду весь рассол пропитывает лед, как вода губку или древесину. Естественнее всего допустить, что рассол располагается между кристаллами чистого льда.

При замерзании водной поверхности при низкой температуре образуется сильное местное переохлаждение, и количество возникающих центров кристаллизации, как известно, в таких случаях тем больше, чем сильнее переохлаждение раствора. Следовательно, при низкой температуре должны выделяться кристаллы меньшего размера с большей удельной поверхностью, чем при более высокой температуре. Ясно, что при нарастании льда бо́льшая площадь раздела между отдельными кристаллами удержит больше рассола, даже если не принимать во внимание соображений, высказанных Мальмгремом о скорости диффузии.

Интересно было бы произвести исследования размеров кристаллов у льда, образовавшегося при различной температуре, и установить количественную зависимость между размерами кристаллов и количеством захватываемой соленой воды.[1]

Соленость морского льда может быть различного происхождения. Кроме тех солей, которые извлекаются при замерзании и состав которых, по данным ряда авторов, отличен от состава морской воды, так как при замерзании сперва выделяются сульфаты, задерживаясь во льду в относительно большем количестве, чем хлориды, — могут быть и другие пути увлечения солей. При смерзании снежуры или шуги такое нарушение состава включенной воды вряд ли может происходить, так как солям в таком случае труднее диффундировать вниз, чем при образовании льда на чистой водной поверхности. При описанном торошении тонких льдин естественно отпадает всякая возможность изменения состава воды, так как вся заключенная между пластинками вода должна замерзать в итоге целиком.

При летнем таянии льдин во многих случаях лед становится настолько пористым, что морская вода свободно проникает в его поры и за летнее время должна восстановить нормальное соотношение между хлоридами и сульфатами. Возможно, что соотношение между SO_4'' и Cl',

[1] Такое исследование ставится в настоящее время в Институте им. Карпова.

наряду с общим солесодержанием во льду, даст пути к определению возраста льда.

Количество включенного в лед воздуха колеблется в очень широких пределах. От льдин, совершенно лишенных пузырей, существуют переходы до льда, содержащего 12—13% воздуха по объему. Заключенный во льду воздух может иметь различное происхождение. Воздух может либо выделиться из воды в момент ее замерзания, либо может быть механически увлечен в лед при замерзании воды или таянии льда. В первом случае количество воздуха во льду никак не может превышать количество воздуха, растворенного в замерзающей воде, так как даже полная насыщенность поверхностных слоев воды воздухом дает 2,5% воздуха, включенного в лед. Следовательно воздух, количество которого оказывается выше этой величины, должен иметь другое происхождение. К тому же выводу мы приходим при рассмотрении состава воздуха во льду, собранного по вышеописанному способу. Ниже приведены результаты анализа газов, произведенного в подотделе химических исследований Геологического комитета в Ленинграде, образцы которых были доставлены нами.

Таблица 1

Время взятия пробы	CO_2	O	CO	CH_4	H_2	N_2 + редкие газы	Тяжелые редкие газы + Ar
1934 год							
6 IX	—	18,3	—	—	—	81,7	0,917
19 IX	—0,6	15,9	—	—	—	83,5	0,905
21 IX	—0,5	16,5	—	—	—	83,0	0,884
24 IX	0,6	18,0	—	—	—	81,4	0,944

Если бы мы имели во льду газы, выделившиеся при замерзании воды, то они были бы обогащены кислородом, который более растворим в воде, чем азот. В случае же захватывания газов по схеме, приведенной нами ниже, воздух должен был бы терять часть кислорода, так как он соприкасался бы с водой, протекающей сквозь капилляры льда, в широких частях которых уже скопился воздух. Как видно из прилагаемой таблицы, мы имеем именно такой случай, так как все пробы газов беднее кислородом, чем нормальный воздух. Повышенное содержание углекислоты остается пока не объясненным. Повидимому, количество углекислоты в заключенном во льду воздухе еще значительно больше, так как часть углекислоты растворяется в воде при освобождении пузырьков из тающего льда. Петерсон считает, что при внутреннем таянии льда воздух всасывается по капиллярам вследствие уменьшения объема льда при таянии. Это явление может дать значительно бо́льшие количества включенного воздуха, но все же оно недостаточно для объяснения наблюдавшихся нами неоднократно льдов, имеющих до 10% воздуха. Ясно, что при таком всасывании количество воздуха будет в лучшем случае равно 10% от количества растаявшего льда. 10% по объему мы сможем получить, следовательно, только тогда, когда растает весь лед. На самом же деле, кроме воздуха, при таянии льда в капилляры всасывается также и вода с поверхности, что, есте-

ственно, понижает количество воздуха. Автору пришлось несколько раз наблюдать явление, несколько отличное от описанного Петерсоном, при таянии на палубе льдин, содержащих в среднем даже небольшие количества солей. Это явление заключалось в следующем. Когда внутреннее таяние льда несколько увеличило капилляры и вода с поверхности льда начинала протекать сквозь льдину, происходило увеличение пузырьков воздуха, которые проталкивались водой вниз. Процесс всасывания воздуха будет прекращен, когда сумма отдельных столбиков воды в капилляре плюс высота капиллярного поднятия будут равны высоте подводной части льдины. При таком всасывании в цилиндрическом капилляре может скопиться воздуха в количестве

$$h_1 - h_e = \frac{2\sigma}{drg},$$

где h_1 — толщина льдины, h_e — ее погружение, σ — поверхностное натяжение воды, d — плотность воды, r — радиус капилляра, g — ускорение силы тяжести. Последний член составляет 1,5 см при $r = 1$ мм. Следовательно для льдины толщиной в 2 м сумма высот частей капилляра, заполненных воздухом, может составить всего 18—20 см, что при незначительной сумме сечений капилляров дает небольшую величину акклюдированного воздуха. Однако, если сечение капилляров не цилиндрическое, а, как это имеет место на самом деле, содержит много расширений, вызванных таянием участков повышенной солености, то воздух будет скопляться в этих расширениях до полного их заполнения. При таком механизме захвата воздуха может в пределе накопиться количество пузырьков, равное объему заключенной во льду воды. Льдины, лежащие на поверхности других льдин, могут набрать по такой схеме очень большое количество воздуха, который может удержаться в них и после погружения льдины в воду, если перед этим замерзли заполненные водой части капилляров. Описанный механизм захвата воздуха тождествен с работой хорошо известного в лабораториях насоса Шпренгеля.

Несомненно, что в первый период таяния льда, пока капилляры еще не достигли нижней части льдины, по преимуществу будет итти накопление воздуха по схеме, данной Петерсоном, а при более далеко зашедшем таянии — по схеме, предложенной нами.

При обеих схемах включенные пузырьки воздуха располагаются обычно в виде цепочек, направленных перпендикулярно поверхности льдины.

Остается сказать еще о явлении захвата воздуха, не имеющем, вероятно, очень широкого распространения. Как уже описывалось выше, у о. Уединения мы наблюдали надвигание друг на друга тонких образующихся на спокойной воде льдин, причем, помимо увлечения морской воды, происходило увлечение и атмосферного воздуха. После смерзания этих пластинок льда пузыри воздуха естественно располагались во льду по плоскостям, параллельным его поверхности. Впоследствии мы неоднократно наблюдали такое расположение и на более толстых льдинах. Иногда (см. льдина № 5) наблюдался довольно мощный слой льда, в котором пузырьки располагались в плоскостях, близко лежащих друг к другу. Таяние льда такой слоистой структуры, как уже говорилось выше, идет по преимуществу по границам раздела смерзшихся льдин, где появляется большое количество рассола. Последний может заменяться воздухом по описанной схеме путем нагне-

тания водой. Скопление газов во льду в таком случае может достичь больших значений.

По вопросу о прочности льда мы затрудняемся дать какие-либо выводы, так как собранного нами материала слишком мало. Мы надеемся, что нам в ближайшем будущем удастся вернуться к вопросу о прочности, после обработки всего собранного Ю. Н. Дерюгиным материала во время его зимовки на мысе Желания в 1934/35 г.

Особенно интересна зависимость между прочностью и ориентацией кристаллов и содержанием соли. Как видно из небольшого накопленного нами материала, в случае явно ориентированных кристаллов льда прочность на раздавливание при давлении перпендикулярно главной оси кристалла в среднем в два раза выше, чем при параллельном. В других случаях соотношение между обеими прочностями значительно ниже и часто приближается к 1. Вероятно, в таких льдинах мы имеем дезорментированные кристаллы. Явно заметно приближение указанного отношения к 1 при испытании сильно разрушенных льдов.

ТРУДЫ АРКТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ТОМ 83. ЛЕНИНГРАД. 1937. СТР. 99—120
TRANSACTIONS OF THE ARCTIC INSTITUTE
VOL. 83. LENINGRAD. 1937. PP. 99—120

ЩЕЛОЧНОСТЬ ВОДЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАРСКОГО МОРЯ

П. Г. ЛОБЗА

Щелочность морской воды обусловлена присутствием оснований, связанных слабыми кислотами, главным образом угольной кислотой. Имеющееся в морской воде количество других слабых кислот (фосфорной, борной, кремневой), в общей их сложности, невелико и влияния на величину щелочности, в пределах точности наблюдений, не имеет. Следовательно, все изменения в содержании щелочности сводятся в первую очередь к изменениям в содержании карбонатов и бикарбонатов щелочных и земельных металлов и, как показали многочисленные исследования, прежде всего — к уменьшению или увеличению бикарбоната кальция.

В настоящей работе щелочность A рассматривается исключительно как океанографический фактор, помогающий проследить гидрологический режим моря и происхождение отдельных струй морской воды. Отсутствие параллельных наблюдений за активной реакцией воды не позволяет использовать имеющийся материал по щелочности воды для более широких целей.

В качестве основного материала использованы данные научной экспедиции Всесоюзного Арктического института на л/п «Седов» 1934 г. в северо-восточную часть Карского моря, опубликованные в «Трудах Арктического института», т. LXIV, 1936 г. Дополнительными материалами послужили несколько данных по гидрологическим станциям, взятым экспедициями Всесоюзного Арктического института и Главсевморпути на судах «Таймыр», «Циркуль» и «Садко» в 1934 г. и на судне «Белуха» в 1933 г.

Все определения щелочности в экспедиции на л/п «Седов» произведены на борту судна по методу Валтенберга,[1] с незначительным отклонением, ведущим к упрощению метода и не отражающимся на результатах. Допущенное отклонение заключается в том, что охлаждение проб производилось без продувания воздуха, в условиях изоляции от атмосферной углекислоты при помощи трубки с натронной известью.

Пробы воды для определения щелочности были взяты с различных глубин на 103 гидрологических станциях в количестве 615 образцов.

Исследование результатов определений указывает на то, что в различных пунктах северо-восточной части Карского моря щелочность подвержена значительным колебаниям, и судить о щелочности иссле-

[1] Определения проведены сотрудницей Арктического института Е. В. Казеевой.

дуемого района по абсолютному ее содержанию не представляется наглядным. В силу этого при исследовании материала мы пользуемся так называемым «щелочным коэфициентом» $A/S \cdot 10^{-4}$ т. е. отношением абсолютной величины щелочности, выраженной в миллиэквивалентах кислоты, затраченной на нейтрализацию одного литра воды и умножен-

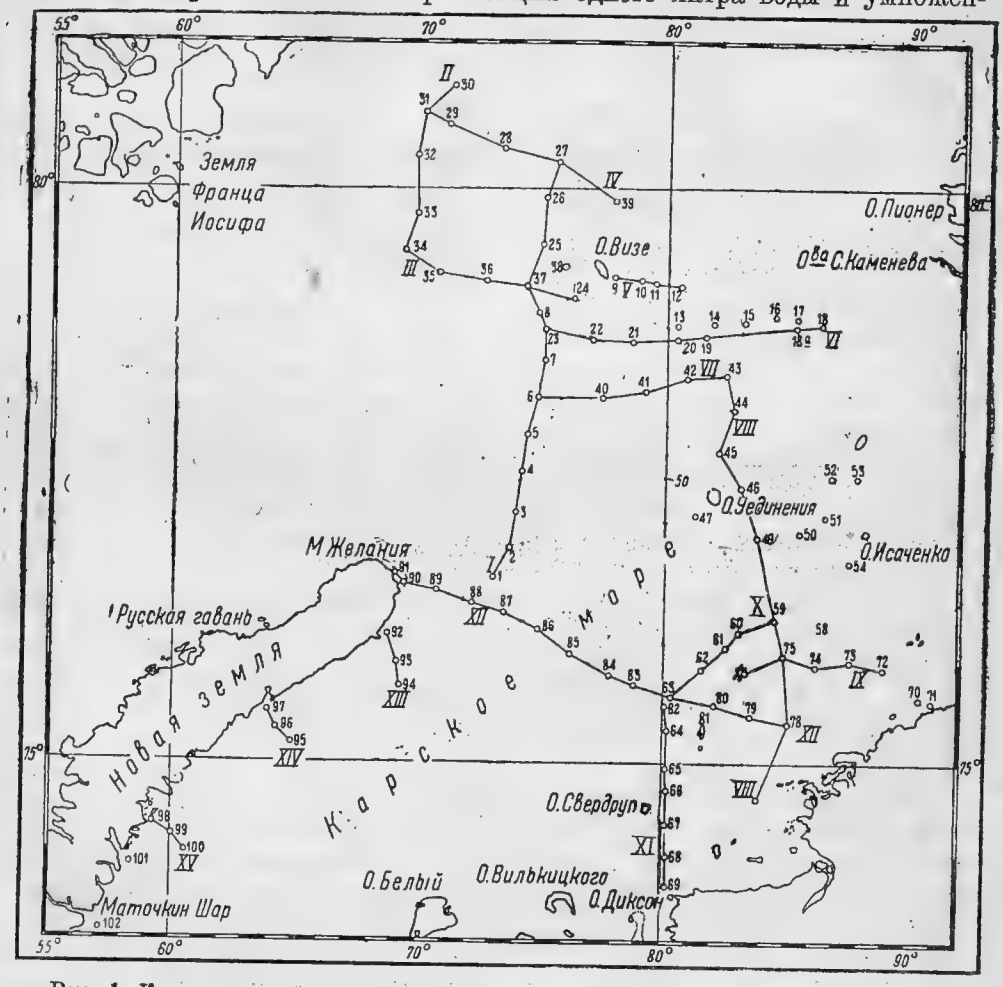


Рис. 1. Карта станций, произведенных экспедицией на л/п „Седов" в 1934 г.

ной на 10^4 к солености этой воды, вычисленной по хлору и выраженной в промилях.

Для более удобного исследования результатов гидрологические станции соединены в разрезы (рис. 1).

Средние величины A/S гидрологических станций и отдельных слоев воды вычислены по схеме Н. Н. Зубова (1).

Гидрологический разрез I (рис. 2), состоящий из станций 1—8, 23, 25—27 и 37, взятых в период с 27 июля по 22 августа, идет в меридиональном направлении от 76°50′7 N широты и 74°34′5 E долготы до широты 80°11′5 N.

Как видно из рис. 2, этому разрезу свойственно большое разнообразие слоев воды, отличающихся между собой по щелочному коэфи-

циенту, а на различных глубинах, кроме того, имеются отдельные местные повышения или понижения щелочности.

В поверхностном десятиметровом слое станции 1 обнаруживается влияние обь-енисейских вод, о чем свидетельствуют, с одной стороны, повышенные щелочные коэфициенты 691—735, а с другой, — данные температуры и солености.

Влияние обь-енисейских вод сказывается и на станции 2, но в весьма незначительной степени.

Пониженные щелочные коэфициенты в поверхностном слое всех станций этого разреза, лежащих севернее станции 2, указывают на отсутствие речных струй.

В 1931 г. экспедицией Всесоюзного Арктического института на «Ломоносове» (2) был взят ряд станций несколько восточнее станций 2, 3, 4 и 5 рассматриваемого разреза, на которых отчетливо выявлялось наличие обь-енисейского течения.

На станциях «Ломоносова» наблюдались высокие температуры, которых не обнаружено на I разрезе «Седова». Средняя температура поверхностного слоя по станциям 14, 16, 17 и 19 «Ломоносова» равна +3°,08, а на станциях 2, 3, 4 и 5 «Седова», лежащих вблизи них, средняя температура на поверхности равна —1°,21.

Это обстоятельство показывает, что напор обь-енисейских вод в 1934 г. в районе I разреза был значительно слабее, и дальше станции 2 воды речного стока не проникли.

На станциях 3—8 на глубине 10—75 м обнаружен неравномерной мощности холодный слой воды со щелочным коэфициентом 700—737.

Такой высокий щелочной коэфициент должен характеризовать воду, подверженную влиянию континентального стока, ибо нет достаточных оснований допустить, что процессы ледотаяния могут повысить щелочность до наблюдаемой величины, тем более на станциях I разреза, где, судя по обилию льдов, не могло иметь место интенсивное ледотаяние.

Если обратимся к табл. 1 и 2, где выписаны температуры и солености, сопровождающие точки высокой щелочности, а также температуры и солености непосредственно прилегающих к этим точкам слоев, то увидим, что температура в этих точках несколько ниже, а соленость остается почти без изменений, по сравнению с окружающими водными массами.

Таблица 1

Горизонт \ Станции	2	3	4	5	6	7	23	8	37
0		—1°,34	—1°,10	—1°,*40*	—1°,02	—1°,39	—1°,27	—1°,50	
10	—1°,43	—*1 ,49*	—*1 ,59*	—1 ,41	—*1 ,32*	—*1 ,49*	—*1 ,46*	—*1 ,51*	—1°,06
25		—1 ,52	—1 ,60	—*1 ,58*	—*1 ,60*	—1 ,36	—1 ,51	—1 ,40	
50	—1 ,60	—*1 ,50*	—*1 ,48*	—1 ,48	—1 ,78				
75		—1 ,29	—1 ,29	—*1 ,5 1*	—1 ,67				

Средняя t° рассматриваемого слоя = —1°,49.
Средняя t° окружающего слоя = —1°,40.

Таблица 2

Горизонт \ Станции	2	3	4	5	6	7	23	8	37
0		33,39‰	33,07‰	*23,61‰*	32,12‰	32,32‰	31,89‰	32,18‰	
10	32,43‰	*33,39*	*33,13*	32,78	*32,12*	*32,32*	*32,16*	*32,18*	31,45‰
25		34,33	33,91	*33,95*	*33,22*	32,72	32,81	33,03	
50	34,54	*34,69*	*34,69*	34,40	33,95				
75		34,76	34,72	*34,69*	34,74				

Средняя S рассматриваемого слоя = 33,26‰.
Средняя S окружающего слоя = 33,27‰.

Если бы на рассматриваемых станциях коэфициент A/S повысился за счет влияния континентального стока, то нужно было бы ожидать повышения температуры. В данном же случае — картина обратная.

Средняя величина солености этого слоя — 33,26‰ — указывает на имеющее место относительное опреснение. Но и в окружающем слое наблюдается в такой же мере опреснение до 33,27‰, а щелочность значительно ниже.

Из этого сопоставления следует сделать вывод, что рассматриваемый слой воды с повышенной щелочностью является поверхностным, более холодным слоем, опустившимся вглубь. Если в окружающем слое обнаружено максимальное значение $A/S = 696$, которое вызвано ледотаянием, то и для рассматриваемого слоя также одной из причин, но второстепенного порядка, надо считать влияние ледотаяния.

Другую причину, вызвавшую значительный скачок A/S, следует искать в происходящих в море органических процессах.

Известно, что формы углекислоты находятся в природных водах в равновесном состоянии (3, 4, 5):

$$Ca(HCO_3)_2 \rightleftarrows CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

Увеличение концентрации свободной CO_2 будет способствовать растворению извести и переводить ее в бикарбонат.

Надо полагать, что условие равновесия форм углекислоты и послужило в данном случае причиной увеличения щелочности.

Вследствие окислительных процессов и распада органического вещества происходило потребление кислорода и накопление свободной углекислоты. Последняя способствовала растворению известкового скелета планктона, переводила его в раствор в виде $Ca(HCO_3)_2$ и тем самым создала повышенную концентрацию щелочности (5).

Табл. 3 дает наглядное представление о том, что во всех без исключения точках, где наблюдалась повышенная щелочность, содержание кислорода оказалось резко пониженным.

Во всяком случае это соображение, высказанное на основании весьма ограниченных данных, нуждается в подтверждении.

Ниже рассмотренного слоя повышенной щелочности на всем протяжении южной части разреза, до второй глубоководной впадины на станции 37, идет слой со щелочным коэфициентом 690—700, и за ним через весь разрез проходит слой, в котором A/S лежит в пределах 680—690.

Таблица 3

Станции	Горизонт	O_2 % в данной точке	Средний O_2 % окружающего слоя	A/S в данной точке	Среднее A/S окружающего слоя	Повышение A/S	Понижение O_2 %
3	50	85,3	97,0	736	685	51	11,7
4	10	93,7	98,3	701	673	28	4,6
4	50	88,7	95,3	705	674	31	6,6
5	0	94,7	99,9	715	676	39	5,2
5	25	91,7	95,3	701	686	15	3,6
5	75	87,6	90,5	713	685	28	2,8
7	10	94,2	100,2	736	689	57	6,0
23	10	96,8	102,0	704	681	23	5,2
8	10	97,1	100,0	737	687	50	2,9

В этом последнем слое на горизонте 75 м станций 7, 8 и 23 опять обнаруживается прослойка со щелочным коэфициентом 693—699. Очевидно, что это — часть слоя с повышенной щелочностью, который рассматривался выше, оторванная и оттесненная от него напором поднявшейся кверху струи с меньшей щелочностью.

Если сопоставить эти повышенные щелочные коэфициенты с содержанием кислорода, то снова увидим аналогичное вышеописанному явление.

Таблица 4

Станции	Горизонт	O_2 % в данной точке	Средний O_2 % окружающего слоя	A/S в данной точке	Среднее A/S окружающего слоя	Повышение A/S	Понижение O_2 %
7	75	87,8	92,4	699	682	16	4,6
23	75	89,9	93,5	693	674	19	3,6
8	75	89,3	91,0	698	683	15	4,9

На этом разрезе рельефно сказывается вертикальная циркуляция вод: прослеживается и опускание и поднятие струй.

Изоалкалина 680 ограничивает сверху слой воды, в котором A/S до самого дна колеблется очень незначительно — в пределах 680—676, т. е. почти остается постоянной величиной.

В эту воду с устойчивым A/S на станции 4 вклинивается язык воды со щелочным коэфициентом 670—675. Струя воды с низкой щелочностью от станции 4 распространяется к югу до станции 2, на которой обнаруживается в придонном слое, и к северу до станции 23, за которой она пропадает.

В северной части разреза на станции 37 вода со щелочным коэфициентом 670—675 вновь появляется.

На рис. 2 эта струя на станции 37 ограничена зигзагообразными изоалкалинами.

Изоалкалина 675 на станции 37 проходит вертикально через всю толщу воды с глубины 20 м до дна и как бы разделяет разрез на две части, причем на глубине 20 м она проходит в слое скачка солености.

Глубинные слои воды на станции 37 дают еще более низкий коэфициент 660—669. Эти щелочные коэфициенты являются самыми низкими не только для I разреза, но и для всей исследованной «Седовым» части Карского моря.

Для того чтобы классифицировать эти последние слои с низкой щелочностью, необходимо обратиться к общему температурному и солевому режиму рассматриваемого разреза.

Ниже приводится табл. 5 средних температур для слоев воды с различной щелочностью. В таблицу не вошли станции 25—27, о которых будет сказано несколько ниже.

Таблица 5

A/S	*t°*	*S* ‰	Колебание *t°*	Колебание *S* ‰
660—670	—1,25	34,72	От —0,82 до —1,58	От 34,60 до 34,83
670—675	—1,30	34,79	„ —0,81 „ —1,53	„ 34,63 „ 34,92
675—680	—1,46	34,74	„ —0,97 „ —1,68	„ 34,69 „ 34,89
680—690	—1,48	34,69	„ —1,22 „ —1,67	„ 34,54 „ 34,81
690—700	—1,32	33,74	„ —0,97 „ —1,62	„ 32,01 „ 34,72
Выше 700	—1,34	33,56	„ —0,36 „ —1,59	„ 32,16 „ 34,69

Цифры говорят за то, что *A/S* в пределе 670—675 лежит в области максимальной солености. С повышением *A/S* от 675 соленость падает.

Что касается температуры, то для слоя 670—675 она равна в среднем —1°,30 и с повышением *A/S* до 690 также падает.

Для слоя *A/S* 690—700 температура относительно повышается. Это повышение обусловливается слабым поверхностным нагревом, так как воды *A/S* 690—700 наблюдаются почти исключительно в поверхностном 0—25-метровом слое.

Наконец, для слоя с *A/S* выше 700 при наличии пониженной солености имеем, хотя и незначительное, понижение температуры, разобранное выше и отраженное табл. 1.

Выделяется, как видно из табл. 5, слой воды со щелочным коэфициентом 660—670.

Следовало бы ожидать, что при самой высокой температуре, которая наблюдается в этом слое, должна быть и более высокая соленость. Однако средняя соленость этого слоя на станции 37 ниже, чем в слое *A/S* 670—675. Максимальная наблюденная соленость 34,83‰ также ниже максимальной солености слоя *A/S* 670—675, где она равняется 34,92‰.

Станция 37, как будет видно дальше при рассмотрении разреза III, имеет непосредственную связь с глубоководным жолобом, сообщающимся с большими глубинами Полярного бассейна. Поэтому более подробно мы остановимся на характеристике вод с *A/S* 660—670 дальше.

Здесь же следует уточнить вопрос о щелочном коэфициенте 670—675.

Станция 4 характеризуется сравнительно высокими температурами. Так, на глубине 200 м найдена температура —0°,22. К сожалению, для этого горизонта не имеется наблюдений над соленостью и щелочностью.

На глубине 300 м этой же станции получена также относительно высокая температура —0°,81. Повышенные температуры наблюдались и на других станциях: на станции 3 на глубине 200 м —1°,06, станции 5 на глубине 300 м —0°,97, станции 37 на глубине 300 м —0°,82 и у дна —1°,09.

Эти повышенные температуры, а также высокие солености, наблюденные на перечисленных станциях I разреза, позволяют считать, что коэфициенты 670—675 присущи воде не Карского моря, а более теплой

К статье П. Г. Лобза

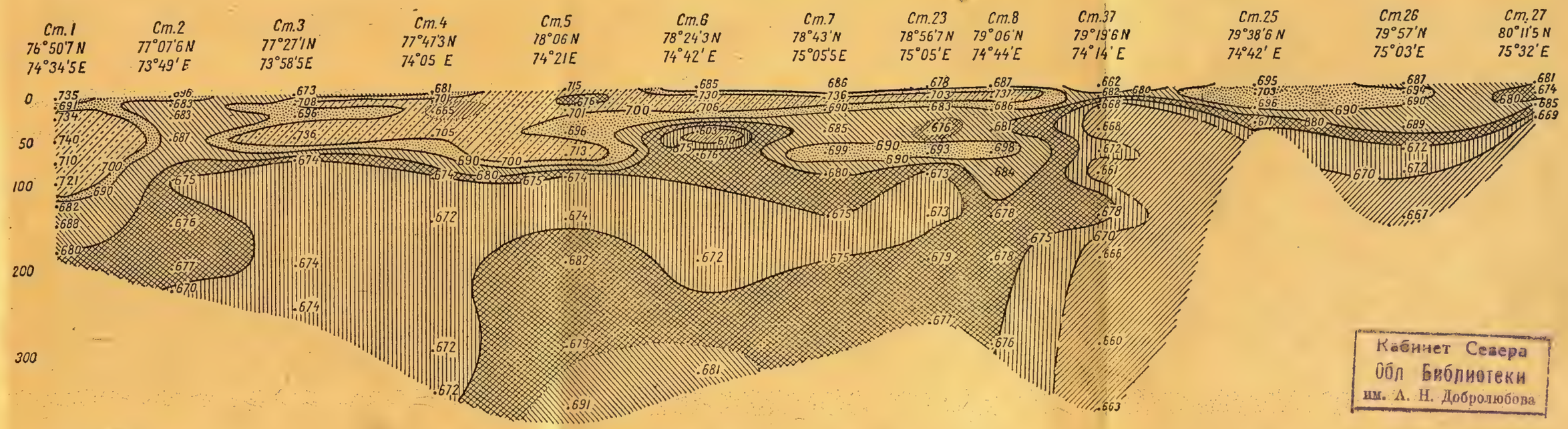


Рис. 2.

Кабинет Севера Обл Библиотеки им. А. Н. Добролюбова

Цифры дают представление о взаимной связи содержания щелочности и кислорода, которая выявлялась и выше, но здесь положение обратное: падение величины щелочности сопровождается повышением аэрации и понижением температуры. Следовательно, здесь, также как и на станции 25—27, мы имеем воду зимнего режима, из которой часть углекислых солей ушла в лед (6).

Разрез II (рис. 3), состоящий из станций 30, 31, 32, 33 и 34, взятых 19—22 августа, идет также в меридиональном направлении от 79°32′ N широты и 69°16′ E долготы вдоль глубокого жолоба на север до 80°42′7 N широты.

Глубинные слои воды на станции 37 дают еще более низкий коэфициент 660—669. Эти щелочные коэфициенты являются самыми низкими не только для I разреза, но и для всей исследованной «Седовым» части Карского моря.

Для того чтобы классифицировать эти последние слои с низкой щелочностью, необходимо обратиться к общему температурному и солевому режиму рассматриваемого разреза.

Ниже приводится табл. 5 средних температур для слоев воды с различной щелочностью. В таблицу не вошли станции 25—27, о которых будет сказано несколько ниже.

[illegible]
[illegible]
им. А. И. Д[illegible]обова

[illegible] мы остановимся на характеристике вод с A/S 660—670 дальше.

Здесь же следует уточнить вопрос о щелочном коэфициенте 670—675.

Станция 4 характеризуется сравнительно высокими температурами. Так, на глубине 200 м найдена температура —0°,22. К сожалению, для этого горизонта не имеется наблюдений над соленостью и щелочностью.

На глубине 300 м этой же станции получена также относительно высокая температура —0°,81. Повышенные температуры наблюдались и на других станциях: на станции 3 на глубине 200 м —1°,06, станции 5 на глубине 300 м —0°,97, станции 37 на глубине 300 м —0°,82 и у дна —1°,09.

Эти повышенные температуры, а также высокие солености, наблюденные на перечисленных станциях I разреза, позволяют считать, что коэфициенты 670—675 присущи воде не Карского моря, а более теплой воде с атлантическими элементами, проникшей сюда из Полярного бассейна и успевшей уже измениться под влиянием окружающих вод.

Что касается северных мелководных станций 25, 26 и 27, то в их придонных слоях найдены низкие щелочные коэфициенты. Но низкие коэфициенты этих станций не имеют связи с влиянием вод Полярного бассейна.

Здесь, как подтверждают температуры, солености и содержание кислорода, имется слой воды зимнего режима, опустившийся в более глубокие слои.

В поверхностном же десятиметровом слое станций 25 и 26 наблюдены щелочные коэфициенты, несколько завышенные под влиянием ледотаяния.

Своеобразные условия показывает станция 1, где, помимо высокого щелочного коэфициента на поверхности (735), наблюдалась очень высокая щелочность на глубине 25, 50 и 100 м при температуре, пониженной сравнительно с соседними станциями. Изоалкалина 700 на этой станции опускается на глубину 115 м.

Причина высокой щелочности на большой глубине на этой станции остается неясной.

Заканчивая рассмотрение I разреза, следует остановить внимание на том, что на станциях 4, 5 и 6 в слое 0—50 м выявлены резко пониженные щелочные коэфициенты, которые приведены в табл. 6.

Таблица 6

Станции	Горизонт	O_2 % в данной точке	Средний O_2 % окружающего слоя	A/S в данной точке	Средняя A/S окружающего слоя	Понижение A/S	Повышение O_2 %
4	25	98,1	91,2	665	703	6,9	3,8
5	10	99,9	93,2	676	708	6,7	3,2
6	50	100,0	92,7	663	693	7,3	3,0

Цифры дают представление о взаимной связи содержания щелочности и кислорода, которая выявлялась и выше, но здесь положение обратное: падение величины щелочности сопровождается повышением аэрации и понижением температуры. Следовательно, здесь, также как и на станции 25—27, мы имеем воду зимнего режима, из которой часть углекислых солей ушла в лед (6).

Разрез II (рис. 3), состоящий из станций 30, 31, 32, 33 и 34, взятых 19—22 августа, идет также в меридиональном направлении от 79°32′ N широты и 69°16′ E долготы вдоль глубокого жолоба на север до 80°42′7 N широты.

На этом разрезе в поверхностном десятиметровом слое наблюдается несколько повышенная щелочность, сопровождаемая соответствующим распреснением, вызванным ледотаянием.

Несколько повышенная щелочность обнаруживается и в слое 100—150 м. В табл. 7 помещены данные $t°$, S, O_2 и A/S для случаев повышенной щелочности в слое 100—150 м II разреза.

Таблица 7

Станция	Горизонт	$t°$ в данной точке	$t°$ окружающего слоя	$S‰$ в данной точке	$S‰$ окружающего слоя	O_2 % в данной точке	O_2 % окружающего слоя	A/S в данной точке	A/S окружающего слоя	Повышение A/S	Понижение O_2 %
30	100	—	—	34,72	34,65	—	—	697	678	1,9	—
32	150	1,67	0,65	34,92	—	91,1	99,5	678	668	10	4,4
33	100	0,52	0,41	34,74	34,73	88,8	90,4	683	669	14	1,6

Из таблицы видно, что максимальные температуры и солености, а также наибольшее понижение процента содержания кислорода наблюдаются на станции 32. По обе стороны от этой станции $t°$ и $S‰$ несколько снижаются, а содержание кислорода увеличивается.

В этом слое воды с атлантическими элементами повышение щелочности следует приписать наличию окислительных процессов, вызывающих в конечном счете, как излагалось выше, повышение щелочности.

Между 145—190 м, станции 30—33 и на глубине около 90 м станции 34 проходит изоалкалина 670, ниже которой во всей толще воды наблюдается щелочной коэфициент 660—669.

Высокие солености и положительные температуры, имеющие максимум на 150—200 м, позволяют с уверенностью приписать щелочные коэфициенты 660—670 воде с атлантическими элементами.

Характерной особенностью данного разреза является большой температурный интервал, в котором наблюдаются эти щелочные коэфициенты.

Если рассматривать повышения щелочного коэфициента на глубине 100—150 м как результат биохимических процессов и не принимать их во внимание, то окажется, что изоалкалина 670, ограничивающая сверху воду с атлантическими элементами, по всему разрезу совпадет с верхней нулевой изотермой.

Предполагаемая сплошная изоалкалина 670 и нулевая изотерма нанесены на рис. 3 пунктирными линиями, совпадающими друг с другом.

В придонных горизонтах температура спускается значительно ниже нуля. Ниже нулевой изотермы расположен слой воды большой мощности с отрицательными температурами, достигающими величины —1°,34.

Что же касается следующей изоалкалины 675, отражающей весьма незначительное повышение абсолютной величины щелочности, то она идет уже в области отрицательных температур, преимущественно в пределах от 0° до —1°,5. Местами же эта изоалкалина, как, например, на станциях 31 и 33, идет при еще более низких температурах.

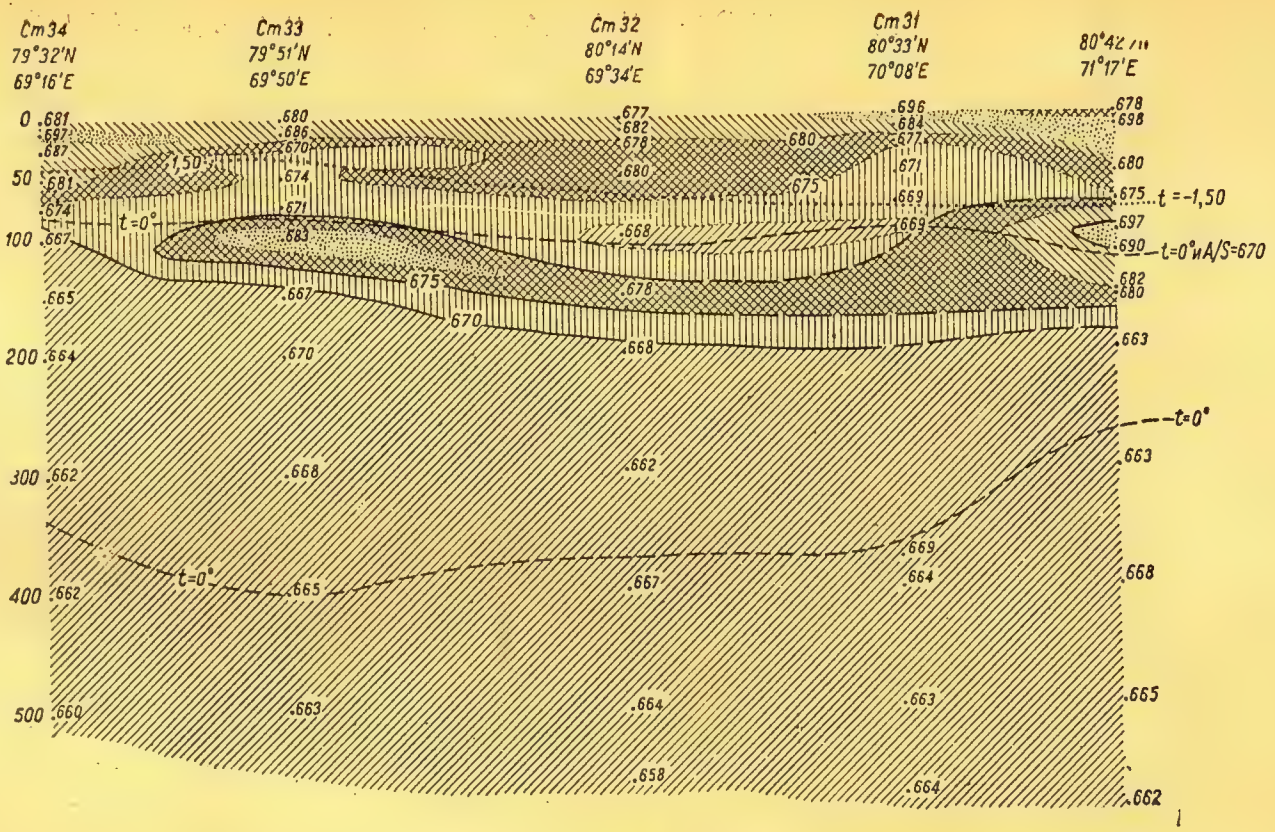

Cm 34
79°32'N
69°16'E
Cm 33
79°51'N
69°50'E
Cm 32
80°14'N
69°34'E
Cm 31
80°33'N
70°08'E
71°17'E
0
50
100
200
300
400
500
t=0°
t=-1,50
t=0° и A/S=670
t=0°
t=0°

Рис. 3.

Поскольку большие глубины II разреза заполнены водой с атлантическими элементами, представляет интерес сравнить распределение щелочности по вертикали на данном разрезе, с распределением ее в водах Атлантики.

Ваттенберг (7)[1] установил для Атлантического океана обеднение поверхностного слоя и сильное обогащение больших глубин солями угольной кислоты.

На рис. 4 и 5 приводятся кривые вертикального распределения A по Ваттенбергу для тропической зоны и кривая распределения A для рассмотренного II разреза.

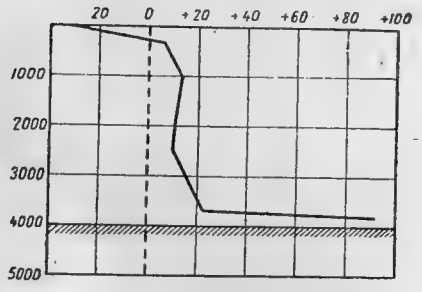


Рис. 4.
Океан по Ваттенбергу.
$\Delta A \cdot 10^{-3}$ миллиэквивалента

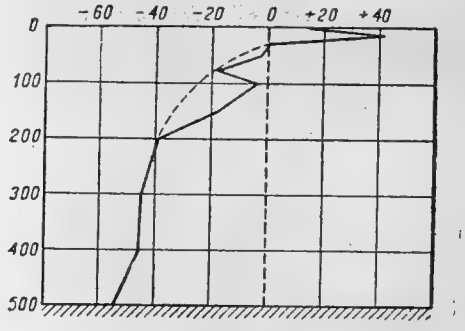


Рис. 5.
Разрез II
$\Delta A \cdot 10^{-3}$ миллиэквивалента.

Ординаты указывают глубину, абсциссы — дифференциалы ΔA между наблюденной щелочностью и вычисленной по формуле

$$A = 0.06779 \cdot S \quad (7,\ 8).$$

Из кривой Ваттенберга видно, что от поверхности до 300 м воды Атлантического океана имеют недостаток щелочности, достигающей $30.10 \cdot^{-3}$ миллиэквивалента.

На глубине 300 м наблюдается нормальная щелочность, соответствующая формуле.

Наконец, от глубины 300 до 600 м щелочность увеличивается против нормального содержания на величину около $10 \cdot 10^{-3}$ миллиэквивалента, оставаясь почти постоянной до глубин в тысячи метров и очень резко и сильно повышаясь в придонных слоях.

На кривой же II разреза «Седова» в поверхностном слое лежат величины, превышающие нормальную щелочность, с горизонта 50 м уже наблюдается недостаток щелочности против нормального содержания. При этом на глубине 50—200 м распределение щелочности неравномерно, с глубины же 200 м идет резкое последовательное падение содержания щелочности.

Подсчитанная нами средняя соленость слоя глубинной воды со щелочными коэфициентами 660—670 равна 34,82‰. Значит нормальная щелочность, вычисленная по формуле (7, 8), должна равняться $0{,}06779 \times 34{,}82 = 2{,}360$ миллиэквивалента.

[1] Работа Германской атлантической экспедиции на судне «Метеор», 1929 г.

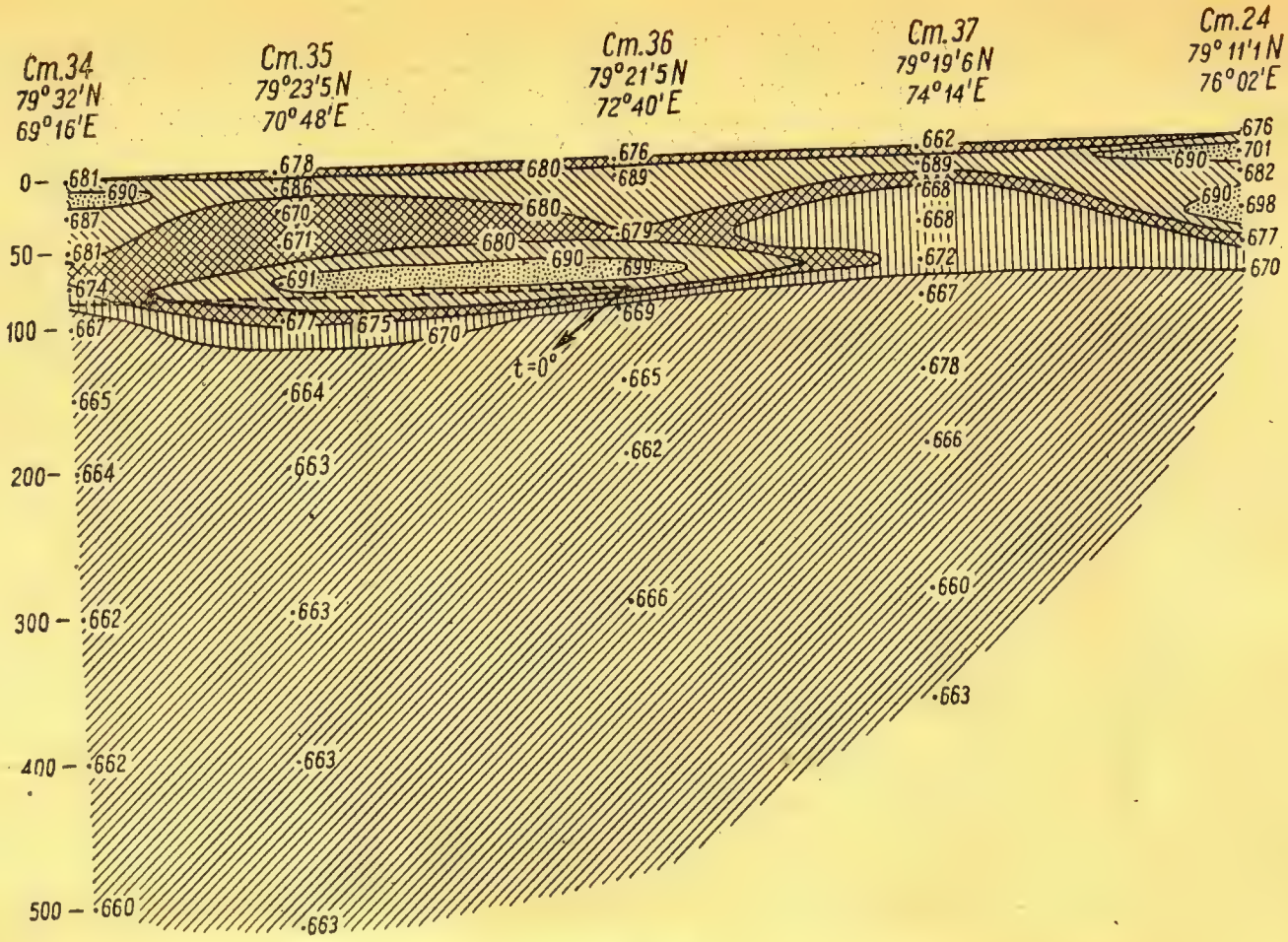

Cm.34
79°32'N
69°16'E
Cm.35
79°23'5N
70°48'E
Cm.36
79°21'5N
72°40'E
Cm.37
79°19'6N
74°14'E
Cm.24
79°11'1N
76°02'E
0
50
100
200
300
400
500
t=0°

Рис. 6.

Щелочность же, которая была определена в этом слое, в среднем равна всего лишь 2,327 миллиэквивалента, т. е. здесь обнаруживается недостаток в $33 \cdot 10^{-3}$ миллиэквивалента. С глубиной обеднение щелочности возрастает еще больше и в придонном 500-метровом горизонте достигает до $54 \cdot 10^{-3}$ миллиэквивалента.

Следовательно, концентрация щелочности на поверхности Атлантического океана (по Ваттенбергу) совпадает с той концентрацией щелочности, которая наблюдается на глубинах II разреза «Седова». Иначе говоря, на глубинах II разреза мы наблюдаем стержень струи «атлантических» вод.

Разрез III (рис. 6), состоящий из ранее рассмотренных станций 34, 37, станций 35, 36, взятых 21—22 июля, и станции 24, взятой 8 августа, идет к западу от о. Визе.

Станции 34 и 35 лежат в жолобе на больших глубинах. Со станции 36 морское дно начинает несколько подниматься, а за станцией 37 имеется резкий подъем, достигающий глубины 93 м на станции 24.

По характеру распределения щелочности станции этого разреза в целом почти не отличаются от станции II разреза.

Из рис. 6 видно, что в поверхностном двадцатипятиметровом слое наблюдается повышение щелочного коэфициента до 701 при наличии опреснения, вызванного ледотаянием.

Обращает на себя внимание, что, за исключением станции 34, по всему разрезу щелочной коэфициент на поверхности значительно ниже, чем на глубине 10 м, и даже (за исключением станции 35) ниже, чем на глубине 25 м.

Причину падения щелочности на поверхности, по всей вероятности, следует приписать наличию интенсивного фотосинтетического процесса (5), что до некоторой степени подтверждается и высоким содержанием кислорода: на станции 36—100,9%, на станции 24—100,7%.

Основная толща разреза заполнена водой с атлантическими элементами.

Здесь так же, как и на II разрезе, если не принимать во внимание отдельных повышений щелочности на глубине 75 м станций 35 и 36, обусловленных, как мы предполагаем, окислительными процессами, изоалкалина 670 совпадает с нулевой изотермой. На рис. 6 пунктирной линией нанесена нулевая изотерма, которая прерывается к востоку от станции 36.

На следующей станции 37 нулевой температуры совсем не наблюдалось. Максимальная из наблюденных температур равна —0°,82. Между тем, рассматривая I разрез (рис. 2) мы видели, что воды этой станции по щелочному коэфициенту отличны от вод, встреченных на ближайших гидрологических станциях, расположенных в том же меридиональном направлении, и получили зигзагообразные изоалкалины, выделяющие эту станцию из всех станций I разреза. Дополнительно к этому рис. 6 подтверждает, что станция 37 имеет непосредственную связь с глубоководным жолобом, и воды на этой станции по щелочному коэфициенту не отличаются от вод западных станций, лежащих в жолобе.

Очевидно, что, несмотря на пониженные температуры и некоторое снижение солёности, на этой станции во всей толще воды от дна и до горизонта 25 м, мы имеем дело с «атлантической» водой.

На станции 24 мелководная впадина заполнена водой опять же зимнего режима, и ее щелочные коэфициенты не отражают влияния вод Полярного бассейна.

Разрез IV (рис. 7), помимо рассмотренной ранее станции 31, включает станции 27, 28, 29 и 39, взятые 17—24 августа.

Этот разрез идет от 80°33′7 N широты и 70°08′ E долготы на восток до 79°56′6 N широты и 77°56′ E долготы.

Станции этого разреза распадаются на две группы, различные не только по глубинам, но и по характеру элементов.

Восточные мелководные станции 27 и 39 имеют очень низкие температуры. Выше мы видели, что в придонном слое станции 27 обнаруживается слой воды зимнего режима. То же обнаружено и в придонном слое на станции 39.

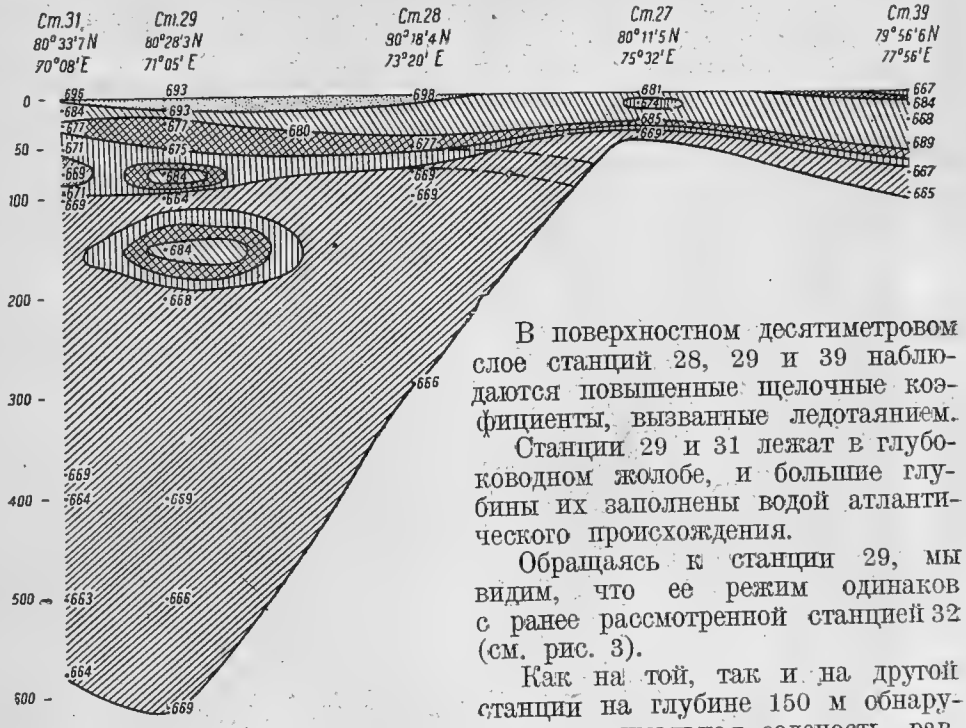


Рис. 7.

В поверхностном десятиметровом слое станций 28, 29 и 39 наблюдаются повышенные щелочные коэфициенты, вызванные ледотаянием.

Станции 29 и 31 лежат в глубоководном жолобе, и большие глубины их заполнены водой атлантического происхождения.

Обращаясь к станции 29, мы видим, что ее режим одинаков с ранее рассмотренной станцией 32 (см. рис. 3).

Как на той, так и на другой станции на глубине 150 м обнаружена максимальная соленость, равная 34,92‰. На обеих станциях обнаружены слои с повышенной щелочностью на глубине 150 и 75 м. Только температурный максимум +1°,73, обнаруженный на станции 29 на глубине 200 м, перемещается на станции 32 на глубину 150 м и понижается до +1°,67. На обеих станциях в слое 0—75 м наблюдаются низкие температуры, которые на глубине 50 м в том и другом случае равны.

Одинаковый режим этих станций указывает на то, что ось течения, несущего «атлантическую» воду из Полярного бассейна, проходит на глубине 200 м станции 29 по направлению к станции 32.

По обе стороны этих станций на станциях 30, 31, 34, 35 температурный максимум наблюдается на глубине 150 м, и только на станции 22 он опускается вновь до глубины 200 м.

Сейчас становится совершенно ясным, что отдельные повышения щелочности на разрезах II, III и IV не являются случайными. Эта повышенная щелочность характерна для промежуточного слоя воды,

идущей из Полярного бассейна вместе с массой «атлантической» воды, обнаруженной на вышерассмотренных станциях этих разрезов.

Небольшой разрез V (рис. 8) расположен к востоку от о. Визе и состоит из станций 9, 11 и 12, взятых с 30 июля по 1 августа.

Распределение щелочных коэфициентов на этом разрезе, за исключением станции 12, имеет нормальный ход.

На станции 12, вследствие сильного ледотаяния, щелочной коэфициент повышен. Обращает на себя внимание, однако, то обстоятельство, что щелочные коэфициенты в слое 0—25 м этой последней станции повышены больше, чем обычно при ледотаянии (в чем мы убедимся при рассмотрении следующих разрезов).

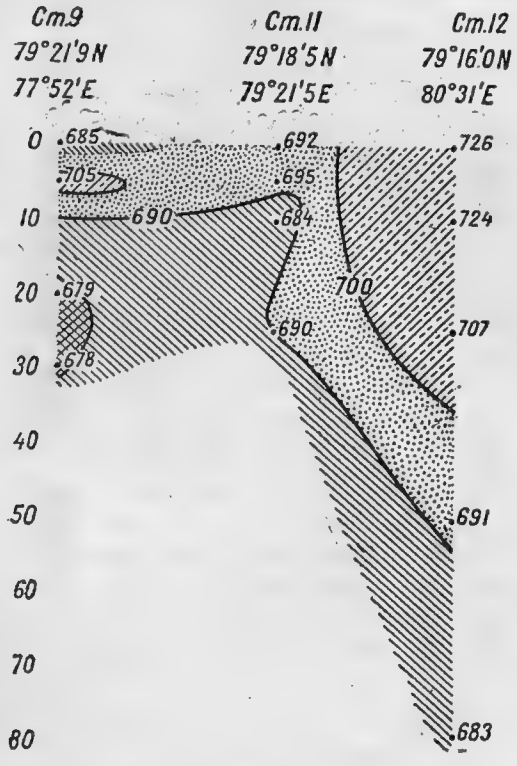


Рис. 8.

Южнее этого разреза и почти параллельно ему расположен разрез VI (рис. 9), состоящий из ранее рассмотренной станции 23 и станций 18, 18-а, 19, 20, 21 и 22, взятых 5—8 августа.

На этом разрезе щелочные коэфициенты распределены крайне неравномерно.

На глубине 10 м станции 18 встречается очень высокий $A/S = 732$ при $t° = -1°,72$ и $S = 33,30‰$. Станция 18 взята в сплоченных льдах, где, судя по термическим условиям, не могло иметь места интенсивное ледотаяние. Это подтверждается сравнительно небольшой величиной A/S поверхностного слоя, равной 687. На глубине 50 м этой станции опять наблюдаем $A/S = 715$.

Высокий же $A/S = 710$ встречается на глубине 10 м станции 19 и $A/S = 708$ на глубине 25 м станции 21.

Наблюденные температуры указывают на то, что на этих горизонтах мы имеем дело очевидно с промежуточной холодной прослойкой, где происходит процесс потребления кислорода.

Гидрологический разрез VII (рис. 10) имеет также широтное направление и состоит, помимо ранее рассмотренной станции 6, из станций 40, 41, 42 и 43, взятых 26—27 августа среди льдов.

В поверхностном слое разреза имеем несколько пониженные A/S в результате ледообразования.

На глубине 50—100 м станции 6 и в придонных слоях всех остальных станций наблюдаем значительной мощности слой воды зимнего охлаждения со щелочными коэфициентами 663—677 при температурах, достигающих $-1°,78$.

Гидрологический разрез VIII (рис. 11 см. вклейку стр. 116) расположен в меридиональном направлении от станции 43 на юг до о. Вардропер.

В разрез входят станции 43, 44, 45, 46, 49 и 59, а также станции 75, 78, взятые с 27 августа по 8 сентября, и станция 9 г/с «Циркуль», взятая 20 сентября.

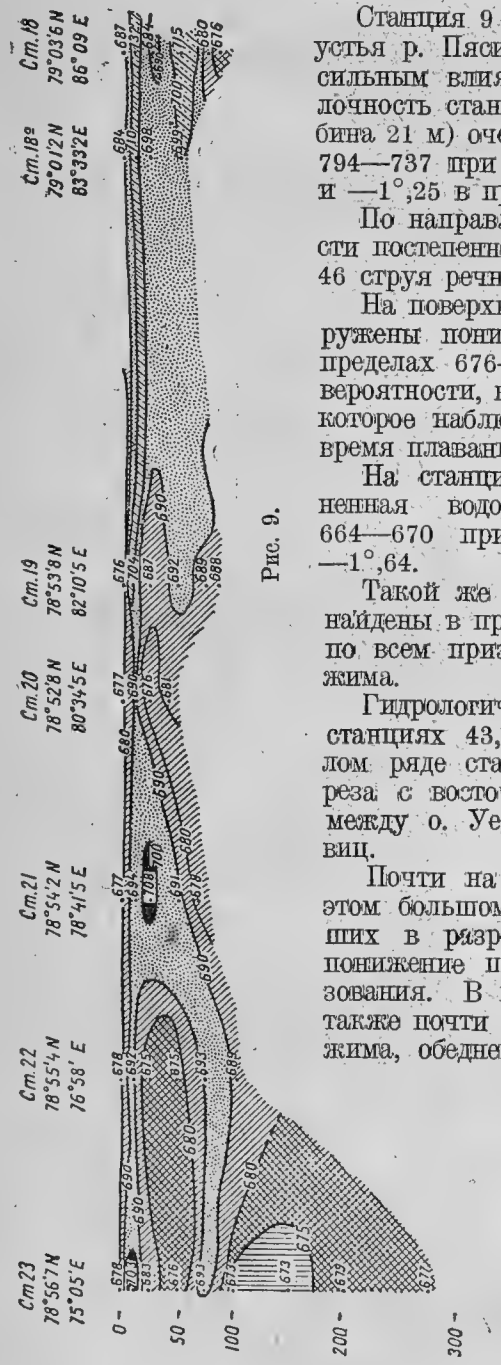


Рис. 9.

Станция 9 г/с «Циркуль» расположена против устья р. Пясины, и поэтому она находится под сильным влиянием теплых пясинских вод. Щелочность станции 9 от поверхности до дна (глубина 21 м) очень высока, и A/S лежит в пределах 794—737 при температуре 0°,55 на поверхности и —1°,25 в придонном слое.

По направлению к северу величина щелочности постепенно падает, и между станциями 59 и 46 струя речных вод пропадает.

На поверхности станций 43, 44, 45 и 46 обнаружены пониженные щелочные коэфициенты в пределах 676—673. Эти коэфициенты, по всей вероятности, вызваны процессом ледообразования, которое наблюдалось в районе этих станций во время плавания «Седова».

На станции 46 выделяется впадина, заполненная водой со щелочным коэфициентом 664—670 при температуре в придонном слое —1°,64.

Такой же низкий A/S и низкие температуры найдены в придонном слое станции 59. Эта вода по всем признакам является водой зимнего режима.

Гидрологический режим, обнаруженный на станциях 43, 44, 45 и 46, повторяется на целом ряде станций, расположенных вблизи разреза с восточной и западной сторон, а также между о. Уединения, о. Исаченко и о. Брюзевиц.

Почти на всех станциях, расположенных в этом большом мелководном районе и не вошедших в разрезы, на поверхности наблюдалось понижение щелочности в результате ледообразования. В придонных же слоях этих станций также почти везде наблюдалась вода зимнего режима, обедненная щелочностью и с очень низкими температурами.

От о. «Известий ЦИКа» на восток идет разрез IX, состоящий из станций 72, 73, 74, 75 и 76, взятых 18—19 сентября.

Распределение щелочного коэфициента на этом разрезе (рис. 12) очерчено изоалкалинами, идущими через весь разрез. Немного изгибающаяся изоалкалина 700 отделяет наиболее опресненный слой воды с высокой щелочностью. Влияние речных вод в слое 0—25 м выражено отчетливо. A/S колеблется между 760—700.

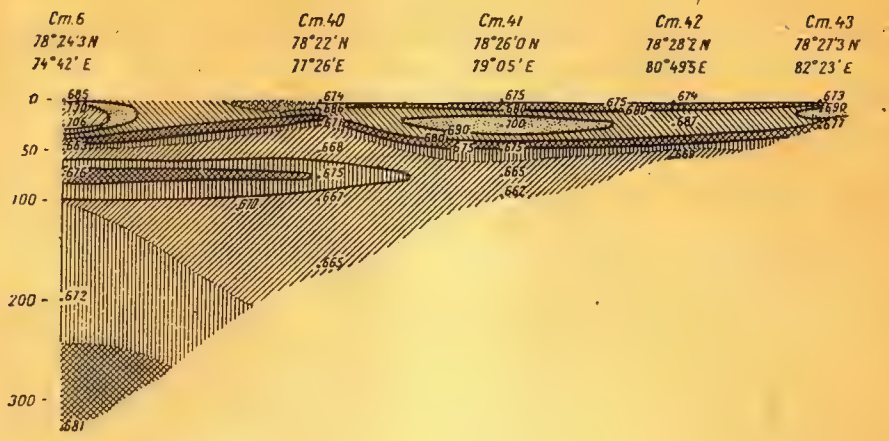


Рис. 10.

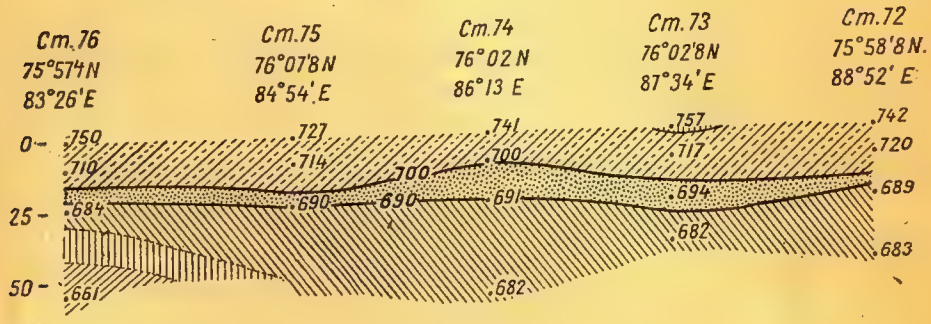


Рис. 12.

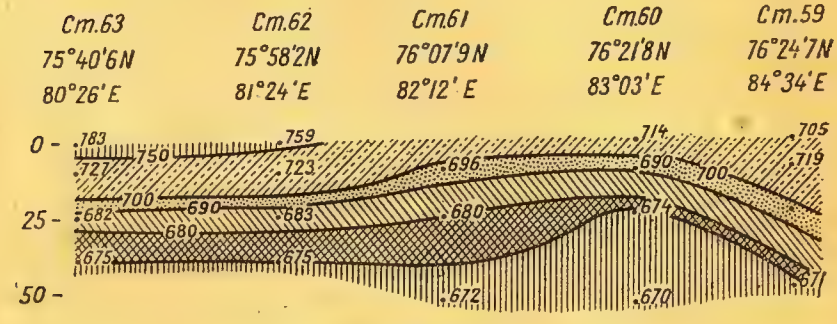


Рис. 13.

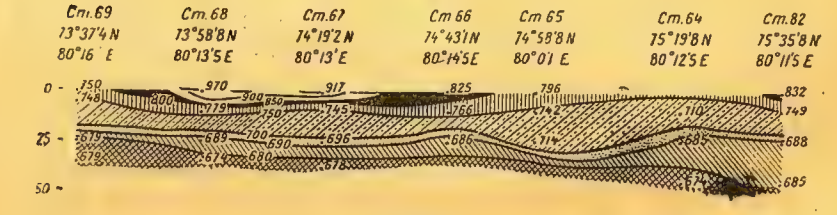


Рис. 14.

На глубине 25 м идет изоалкалина 690, ниже которой A/S падает до 680.

Некоторое различие температур в западной и восточной частях разреза, а также наблюдавшееся на отдельных станциях ледообразование не отражено на щелочности этих станций, так как на поверхности их играет доминирующее значение влияние вод Оби и Енисея.

Гидрологический разрез X (рис. 13) состоит из станций 59, 60, 61, 62 и 63.

От станции 63 к югу по направлению к о. Диксона расположены станции 64, 65, 66, 67, 68 и 69, включенные в разрез XI (рис. 14), являющийся продолжением разреза X. Поэтому оба разреза будем рассматривать вместе.

И тот, и другой разрез лежат в зоне сильного влияния речных вод.

На разрезе X изоалкалина 700 ограничивает снизу слой распресненных вод с большой щелочностью. Щелочные коэфициенты этого верхнего слоя лежат в пределах 783—700, и наибольший из них наблюдался на поверхности станции 63.

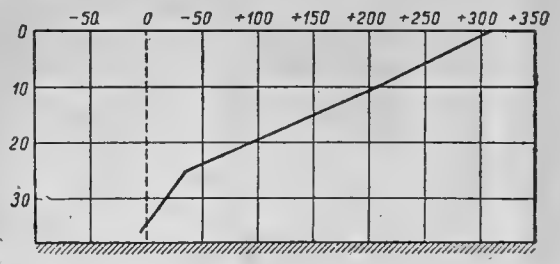


Рис. 15.

Следовательно, станция 63 находится в районе наибольшего влияния речных вод. Величина A/S постепенно уменьшается в направлении на северо-восток.

На разрезе XI, идущем до о. Диксона, влияние речных вод выражено еще сильнее.

Опресненные и богатые щелочностью воды на этом разрезе проникают на глубину почти 25 м.

Щелочные коэфициенты на поверхности достигают очень высоких цифр, как, например, на станции 68 $A/S = 970$.

Необходимо отметить, что и здесь самый придонный слой обнаруживает пониженную щелочность, в особенности на ближайшей к о. Диксона станции 60.

Сильное влияние обь-енисейских вод, выраженное в поверхностном слое, не коснулось этого придонного слоя с зимней температурой и пониженной щелочностью.

Максимальное влияние обь-енисейских вод сказывается на станции 68 XI разреза.

Кривая вертикального распределения щелочности на станции 68, приведенная на рис. 15, является характерной кривой распределения щелочности для всех станций, где, с одной стороны, на поверхности наблюдается резко выраженное влияние речных вод, а с другой — в придонном слое обнаруживается еще вода зимнего режима.

На рассматриваемом XI разрезе высокие щелочные коэфициенты поверхностного слоя резко падают на глубине 10 м. Это снижение щелочных коэфициентов совпадает с температурным скачком (в сторону понижения) и скачком солености (в сторону повышения).

Станция	68	67	66	65
Величина скачка A/S . . .	191	172	59	52
» » $t°$ . . .	2,66	2,45	1,69	1,14
» » $S‰$ . . .	9,75	9,53	7,96	6,14

Из приведенной таблички видно, что наибольшее падение щелочности соответствует наибольшему скачку температуры и солености и что величина скачка уменьшается по направлению к северу.

Разрез XII (рис. 16, см. вклейку) начинается на станции 78, расположенной на 75°28′,4 N широты и 85°04′ E долготы к востоку от о-вов Арктического института, и идет до мыса Желания.

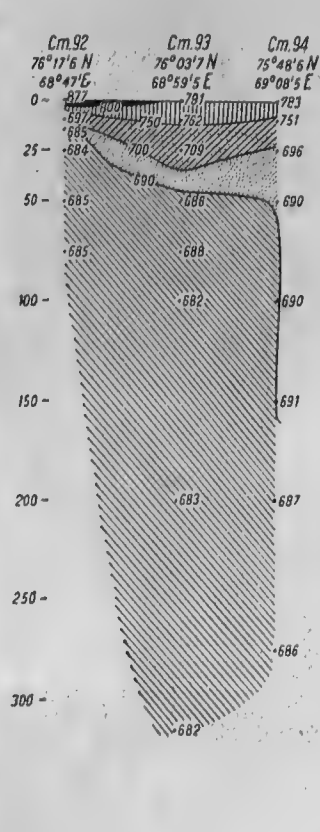


Рис. 17.

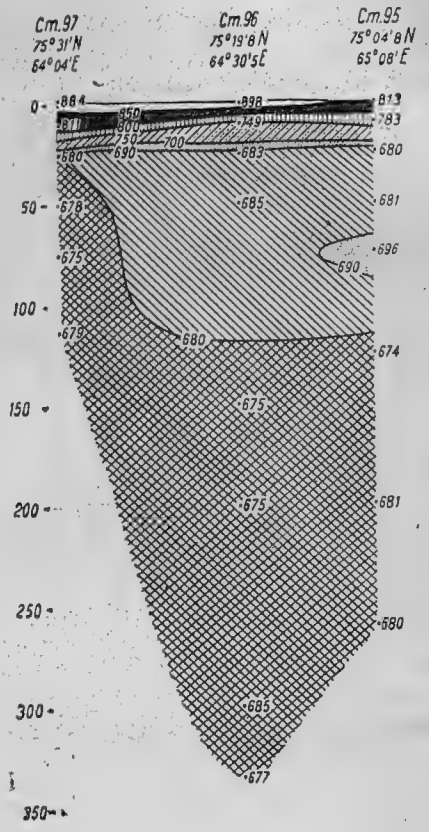


Рис. 18.

Очень резко выражено увеличение щелочности на восточных станциях 79 и 80. На этих станциях *A/S* достигает 818 при наличии большого опреснения. Повышение щелочности и падение солености в районе станций 78, 79 и 80 вызвано восточной струей обь-енисейских вод, которую В. Ю. Визе назвал течением «Эклипса» (9). Судя по величине щелочности и солености, ось течения «Эклипса» проходит на станции 79. Западнее станции 80 щелочность несколько снижается, и затем на станции 83 опять наблюдается большой скачок *A/S* в сторону повышения.

Повышение щелочности на станции 83, сопровождаемое повышенной температурой, очевидно, обусловлено средним обь-енисейским течением «Св. Анны» (9). Обе эти струи на станции 63, лежащей между станциями 80—83, сливаются и дают сплошной опресненный слой с довольно высокой щелочностью.

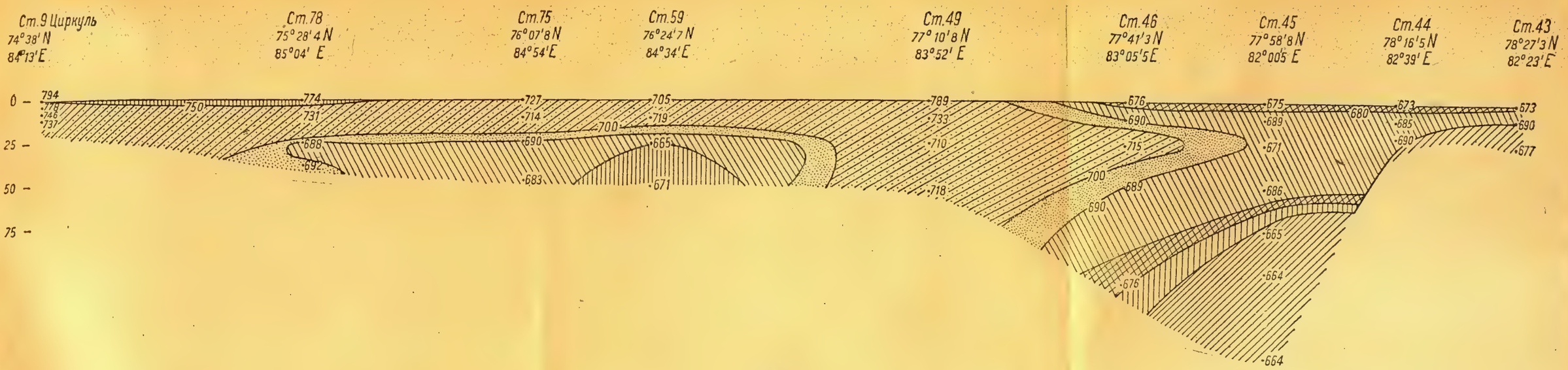
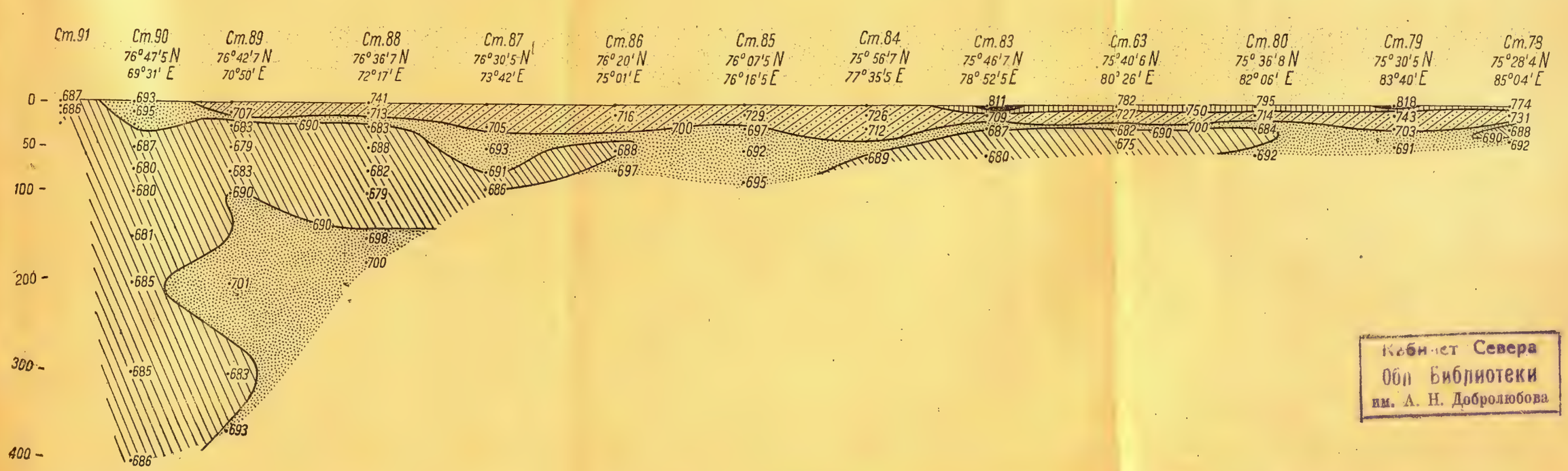


Рис. 11.



Кабинет Севера
Обл Библиотеки
им. А. Н. Добролюбова

Рис. 16.

Кабинет Сибири
ОБЛ БИБЛИОТЕКА
им. А. П. Добролюбова

На станциях, лежащих западнее, где разрез должен пересекать течение «Седова» (9), слой воды с высокой щелочностью опускается глубже. К сожалению, данных о величине щелочности в поверхностном слое станций 84, 85, 86 и 87 не имеется, и достаточно определенной картины о продвижении в 1934 г. струи «Седова» получить невозможно.

Придонные слои восточной части разреза, благодаря небольшим глубинам, носят следы влияния речных вод, и щелочной коэфициент почти везде выше 690. Только на станциях 63, 83 и 84 в придонном слое обнаруживают пониженные *A/S*, лежащие в пределах 675—689.

Поверхностный слой станции 90, лежащей к востоку от мыса Желания, также носит следы влияния континентального стока; глубокие же слои этой станции, а также все слои соседней станции 91 имеют щелочной коэфициент в пределах 679—687. Такие же щелочные коэфициенты наблюдаются частично и восточнее, на станциях 88, 87 и 86. Эти *A/S* сопровождаются повышенными температурами.

Как известно, здесь проходит струя более теплых вод из Баренцова моря. Поэтому следовало бы ожидать, что эти воды должны иметь *A/S* несколько ниже наблюденных (679—687).

На станции 89 с глубины 100 м и до дна, а также в придонном слое станции 88 обнаружены более высокие *A/S*, лежащие в пределах 690—701. Это обстоятельство обращает на себя внимание.

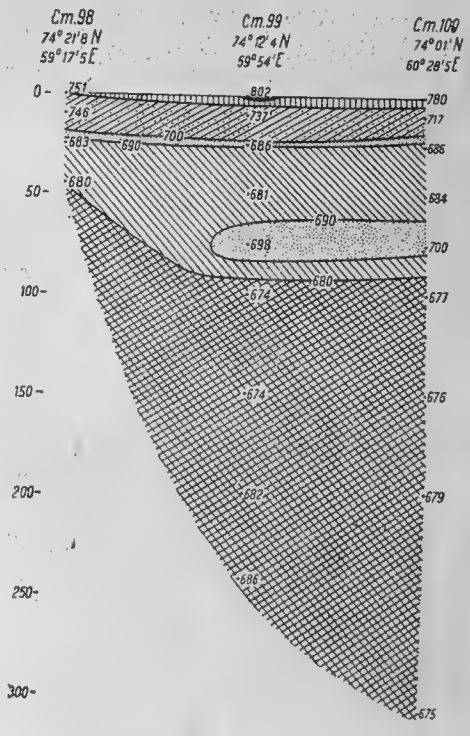


Рис. 19.

Выше мы упоминали, что станция 1, которая лежит несколько севернее станции 88, имела высокую щелочность до глубины 120 м и на глубине 50 м *A/S* достигал 740. Если принять во внимание, что станция 1 была взята в начале арктического лета, а станции 88 и 89 значительно позднее, то приходится допустить, что высокая щелочность в начале лета была не только на одной станции 1, но и на станциях 88 и 89, лежащих несколько южнее. Повышенные *A/S* в глубоких слоях этих станций пока не находят своего объяснения.

Следующие три небольших разреза — XIII, XIV и XV — расположены у восточного берега Новой Земли почти перпендикулярно берегу.

Из рис. 17, 18 и 19 видно, что по вертикальному распределению щелочности эти разрезы мало чем отличаются друг от друга.

На поверхности всех трех разрезов наблюдается слой распресненной воды с высокими щелочными коэфициентами. На станциях 93 и 94 XIII разреза распресненный слой доходит до глубины 50 м. На остальных двух разрезах распресненный слой не опускается ниже 25 м. Наибольшее распреснение и самую высокую щелочность встре-

чаем на станции 96 среднего XV разреза. Известно, что к берегам Новой Земли идет ветвь обь-енисейского течения (9, 10). Высокие щелочные коэфициенты, обнаруженные в 1934 г. в поверхностных слоях разрезов XIII, XIV и XV, полностью подтверждают наличие у берегов Новой Земли мощной струи речных вод. Обращает на себя

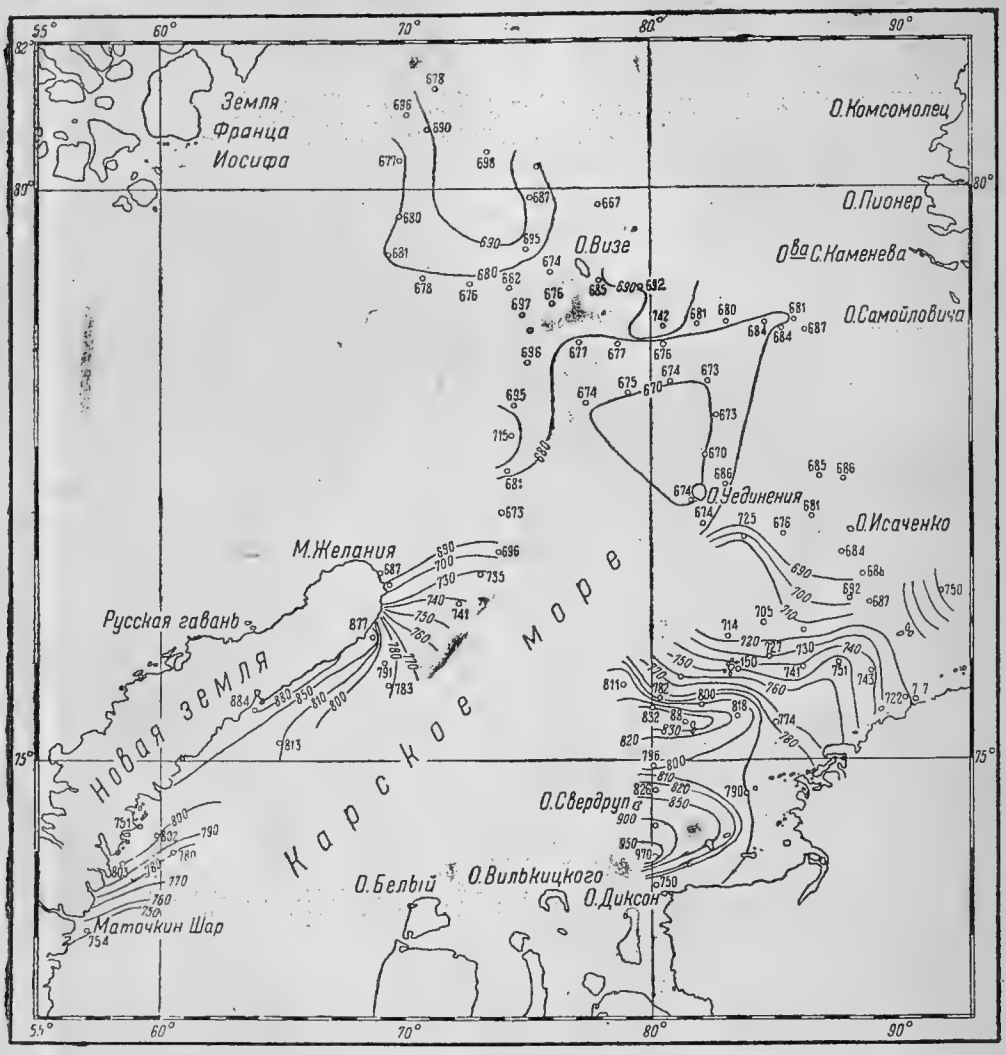


Рис. 20.

внимание, что глубокие слои разреза XIII, лежащего ближе к мысу Желания, имеют более высокие *A/S* (682—688), чем глубокие слои на остальных двух разрезах, где *A/S* лежит в пределах 674—680.

Казалось бы, этот более низкий *A/S* скорее должен наблюдаться у мыса Желания и на станциях XIII разреза, где должны быть струи воды из Баренцова моря, а не на разрезах XIV и XV, более отдаленных от мыса Желания. Ввиду ограниченности наблюдений в этом районе, выяснить причину этих особенностей в распределении *A/S* не представляется возможным.

В заключение следует еще раз оттенить те основные моменты, которые вытекают из разобранного материала.

Прежде всего необходимо отметить, что:

1) Щелочность в выражении *A/S* является чувствительным реаген-

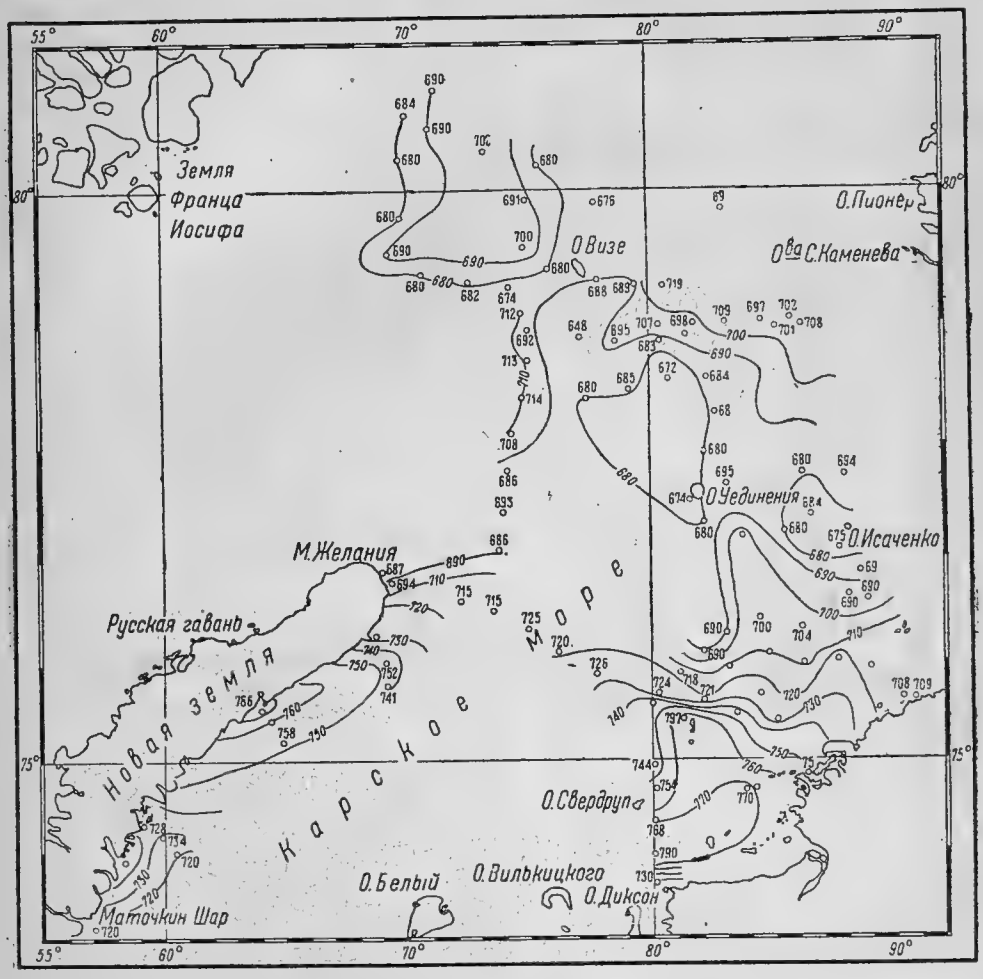


Рис. 21.

том изменения водных масс. На примере рассмотренных нами гидрологических разрезов I, II, III и IV видно, что по щелочному коэфициенту массы воды с атлантическими элементами и ее отдельные менее мощные струи очерчиваются более рельефно, чем по какому-либо другому гидрологическому фактору.

2) По величинам *A/S*, полученным экспедицией «Седова» в районе между о. Уединения, о. Исаченко, о. Брюзевиц и о-вами «Известий», где вследствие большой ледовитости в 1934 г. придонные слои воды не изменили своего зимнего режима или изменили лишь в небольшой степени, полностью удалось проследить эти зимние холодные воды, обедненные солями угольной кислоты, а потому и обладающие низким щелочным коэфициентом. Даже там, где поверхностные слои находились

под сильным влиянием речных вод, благодаря резкому понижению *A/S* в придонных слоях, прослеживаются эти воды зимнего режима.

На примере этого же района выявляется степень влияния ледообразования на величину щелочности.

3) По распределению щелочного коэфициента в поверхностных слоях моря легко проследить как далеко распространяются воды берегового стока и насколько велика сила их напора. Из рис. 20 и 21 распределения щелочности в северо-восточной части Карского моря на поверхности и в слое 0—25 м видно, что в основном распределение изоалкалин отражает схему течений поверхностных слоев воды северо-восточной части Карского моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубов Н. Н., Средние температуры гидрологической станции и гидрологического разреза, «Записки по гидрографии», т. LI, 1926.
2. Лактионов А. Ф., Глубоководные гидрологические станции, Научные результаты Арктической экспедиции на «Ломоносове». в 1931 г. «Труды Аркт. инст.», т. XVIII, 1935.
3. Данильченко П. Т. и Спиро Н. С., О законе изменения коэфициента карбонизации в мировом океане, «Известия Акад. наук СССР», № 10, 1933.
4. Buch K., Kohlensäurefactoren des Meerwassers «Rapp. et Proc. Verb. Cons. Snt.», 67, 51, 1930.
5. James Johnstone memorial volume Lancashire Sea-Fisheries Laboratory. University press of Liverpool, 1934.
6. Лактионов А. Ф., О свойствах морского льда, Научные результаты экспедиции на Землю Франца-Иосифа летом 1929 г., «Труды Инст. по изучению Севера», вып. 49, 1931.
7. Wattenberg H., Bericht über die chemischen Arbeiten «Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin», 1926, № 1, 3.
8. Бруевич С. В., Методика химической океанографии.
9. Визе В. Ю., Наблюдения над поверхностным слоем воды в Баренцовом и Карском морях в 1930 г., «Труды Аркт. инст.», т. I, 1933.
10. Евгенов Н. И., Лоция Карского моря и Новой Земли, Л., 1930.

ТРУДЫ АРКТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ТОМ 83. ЛЕНИНГРАД. 1937. СТР. 121—136
TRANSACTIONS OF THE ARCTIC INSTITUTE
VOL. 83. LENINGRAD. 1937. PP. 121—136

СОЛЕВОЙ СОСТАВ ВОД КАРСКОГО МОРЯ

П. Г. ЛОБЗА

Экспедицией на л/п «Седов» в районе работ 1934 г. было взято 11 проб воды на общий химический анализ, из них 7 проб взяты с различных глубин на океанографических станциях и 4 пробы на стоянках судна. Координаты проб, номера станций, горизонты, с которых брались пробы, и глубины в местах взятия проб приведены в табл. 1.

Расположение точек взятия проб изображено на рис. 1.

Таблица 1

Место, глубина и время взятия проб

№ проб	Время взятия	№ станций	Горизонт наблюдения (м)	Координаты φ N	Координаты λ E	Глубина моря (м)
	Сентябрь 1934 г.					
1	7 13 ч. 20 м.	стоянка	поверхность	76°17′,5	87°39′	—
2	8 22 35	59	„	76 24 7	84 34	51
4	9 5 35	60	55	76 21 8	83 03	55
5	9 21 10	63	42	76 40 6	80 26	42
6	9 21 10	63	поверхность	76 40 6	80 26	42
7	10 5 52	65	10	74 58	80 01	40
8	10 13 45	67	поверхность	74 19 2	80 13	40
9	16 10 00	стоянка	„	72 03	82 13	—
10	16 14 00	„	„	73 23	82 13	—
11	17 9 20	„	„	74 45	84 11	—
12	18 22 55	72	„	75 58 8	88 52	49

Пробы анализировались [1] в Гидрохимической лаборатории Всесоюзного Арктического института в течение второй половины 1935 г. и первой половины 1936 г.

Содержание ионов Cl', SO_4'', $Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$ и $K^{\cdot}$ определялось весовым путем (4, 5, 6, 7, 8, 10, 13).

Ион хлора определялся объемным методом Мора в модификации Кнудсена (1) и весовым методом при осаждении раствором азотносереб-

[1] В аналитической работе участвовали П. Г. Лобза, Е. В. Казеева и О. М. Косман.

ряной соли в виде суммы $AgCl + AgBr + AgI$, ввиду чего в нижеприводимых таблицах под количеством хлора следует понимать сумму галоидов.

Ион серной кислоты осаждался в виде $BaSO_4$ при температуре кипения воды с предварительным разрушением бикарбонатов и карбонатов соляной кислотой. Получаемый осадок сернокислого бария отфиль-

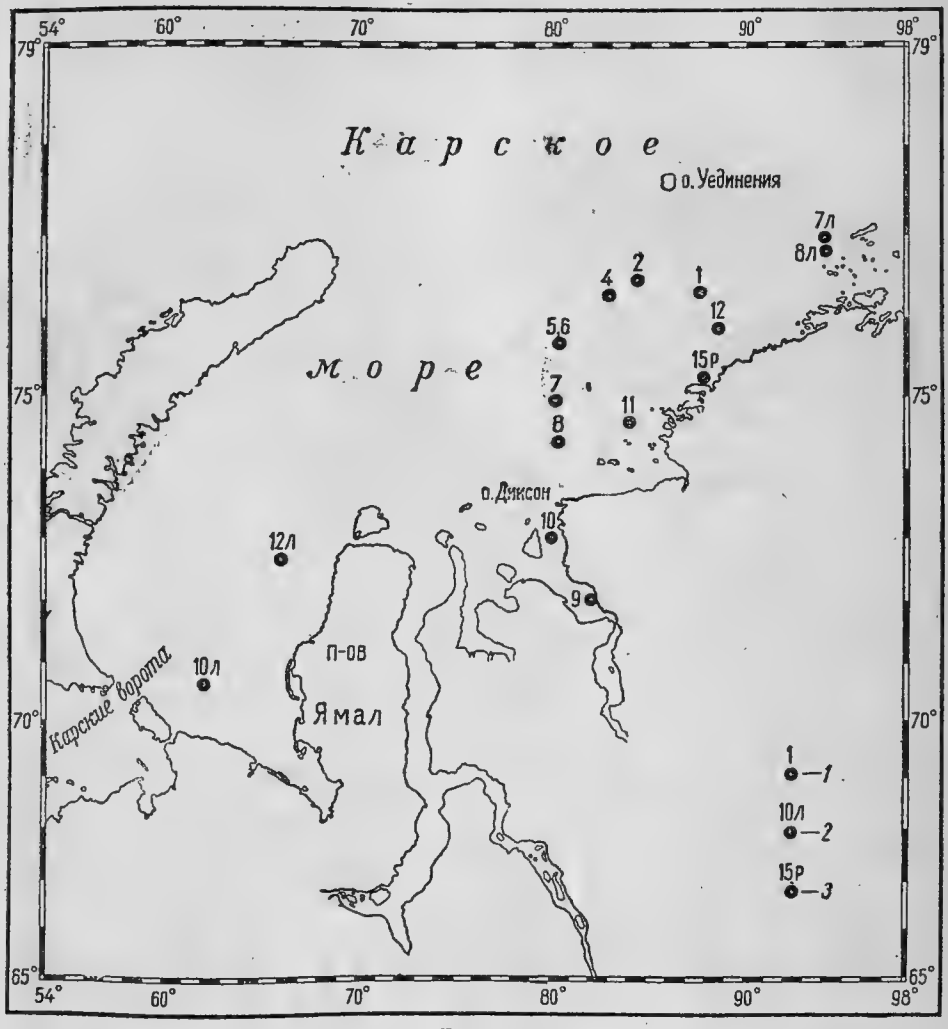


Рис. 1.

тровывался не через бумажный фильтр, а через стеклянный пористый фильтр № 4 производства «Дружной Горки». Взвешивание осадка производилось при 120°.

Кальций-ион определялся обычным оксалатным методом. Для полного отделения магния применялось двойное осаждение.

Магний-ион определялся в фильтратах после осаждения кальция и взвешивался в виде $Mg_2 P_2 O_7$.

Калий-ион определялся двумя путями (5, 8, 10). Во-первых, в 100 г отдельно взятой навески воды калий определялся комбиниро-

ванным кобальтнитритным-хлороплатинатным методом. В этом случае соблюдался нижеследующий ход анализа.

К 100 г испытуемой воды, выпаренной до объема 40—50 мл на водяной бане и охлажденной до комнатной температуры, приливалось 20 мл кобальтнитритного реактива.[1] Калий тотчас же выпадал в виде желтого мелкокристаллического осадка. После перемешивания осадок оставлялся на 18—20 часов в темном месте. Осевший на дно осадок отфильтровывался на следующий день, промывался дестиллированной водой с добавлением нескольких капель кобальтового реактива и сушился при 100—110°. Высушенный осадок, по возможности, снимался с фильтра, и фильтр отдельно от осадка озолился в фарфоровом тигле. Затем осадок переносился в тигель и в течение 3—5 минут слегка прокаливался при открытой крышке (до темнокрасного каления) для разложения двойной азотисто-калиевой-азотисто-кобальтовой соли [$K_2NaCo(NO_2)_6 . H_2O$]. Слегка прокаленная масса обрабатывалась горячей водой, вытяжка фильтровалась через плотный фильтр во взвешенную фарфоровую чашечку и выпаривалась досуха с небольшим количеством соляной кислоты. Дальше осадок сушился два часа при 120—130°, слегка прокаливался на беглом пламени и взвешивался. Вес хлористого калия пересчитывался на калий-ион умножением на переводный фактор 0,5244.

Но полученный хлористый калий во всех случаях содержал следы кобальта. Ввиду этого по получении первой цифры содержания калий-иона осадок хлористого калия подвергался дальнейшей обработке. Хлористый калий в той же чашечке растворялся горячей водой, и к раствору приливалось теоретически рассчитанное (но с небольшим избытком) количество платино-хлористо-водородной кислоты. Калий-ион выделялся в виде хлороплатината. После тщательной обработки 80% спиртом $K_2 Pt Cl_6$ растворялся на фильтре горячей водой, выпаривался на некипящей водяной бане досуха и сушился при 110—115° до постоянного веса. Полученный вес $K_2 Pt Cl_6$ пересчитывался на $K^{\cdot}$ умножением на фактор 0,1603.

Хлороплатинат калия подвергался дальнейшей обработке: растворялся в небольшом количестве горячей воды и при легком нагревании, с помощью муравьиной кислоты, восстанавливался до металлической платины; вес металлической платины, умноженный на переводный фактор 0,3993, давал третье значение содержания $K^{\cdot}$.

Во-вторых, $K^{\cdot}$ определялся в сумме хлоридов щелочей. После отсаливания натрия газообразным хлористым водородом $K^{\cdot}$ осаждался в виде хлороплатината ($K_2 Pt Cl_6$), который в дальнейшем восстанавливался до металлической платины.

Необходимо отметить, что наиболее колеблющиеся цифры между 2—3 определениями получались по кобальтнитритно-хлороплатинатному методу. В отдельных случаях расхождения достигали 17% от определяемой величины.

В нижеприводимых таблицах даны средние величины содержания $K^{\cdot}$, полученные из отдельных определений, расхождение между которыми не превышало 5% от определяемой величины.

---

[1] Кобальтнитритный реактив приготовлялся следующим образом: 30 г $Co(No_3)_2$ растворялось в 60 мл воды; 50 г $NaNO_2$ растворялось в 100 мл воды; оба раствора фильтровались, сливались в один сосуд, и прибавлялось 10 мл ледяной уксусной кислоты. После суток отстаивания в темном месте раствор фильтровался в склянку темного стекла и поступал в работу.

Результаты анализов поверхностных проб

Таблица 2

№ проб / Ионы	1		2		6		8		9		10		11		12	
	г/кг	мг-экв.	г/кг	мг-экв.	г/кг	мг-экв.	г/кг	мг-экв.	г/кг	мг-экв.	г/кг	мг-экв.	г/кг	мг-экв.	г/кг	мг-экв.
Cl'	16,488	464,97	15,509	437,37	11,959	337,25	8,513	240,07	0,623	17,57	4,533	127,83	11,939	336,69	12,443	350,90
SO_4''	2,272	47,30	2,145	44,66	1,656	34,48	1,188	24,73	0,092	1,94	0,643	13,39	1,640	34,15	1,709	35,58
HCO_3'	0,125	2,05	0,119	1,95	0,101	1,66	0,084	1,38	0,059	0,97	0,067	1,10	0,100	1,64	0,102	1,67
$\Sigma r'$	18,885	514,32	17,773	483,98	13,716	373,39	9,785	266,18	0,774	20,48	5,243	142,32	13,679	372,48	14,254	388,15
$K\cdot$	0,339	8,67	0,315	80,6	0,248	6,34	0,179	4,58	0,015	0,38	0,100	2,56	0,246	6,29	0,272	6,96
$Na\cdot$	9,150	397,83	8,592	373,33	6,641	288,74	4,715	205,00	0,332	14,44	2,503	108,83	6,627	288,13	6,888	299,48
$Ca\cdot\cdot$	0,363	18,11	0,341	17,02	0,272	13,57	0,197	9,83	0,040	2,00	0,116	5,79	0,276	13,78	0,278	13,87
$Mg\cdot\cdot$	1,101	90,54	1,038	85,36	0,796	65,46	0,508	46,73	0,044	3,62	0,307	25,25	0,801	65,87	0,837	68,83
$\Sigma r\cdot$	10,953	515,15	10,286	483,77	7,957	374,11	5,659	266,14	0,431	20,44	3,026	142,43	1,950	374,07	8,275	389,14
$\Sigma r' + \Sigma r\cdot$	29,838	1029,47	28,059	967,75	21,673	747,50	15,444	532,32	1,205	40,92	8,269	284,75	21,629	646,55	22,529	777,29
$S^0/_{00}$	29,79		28,03		21,62		15,39		—		8,21		21,58		22,48	
Сухой остат.	29,845		28,110		21,663		15,409		1,204		8,215		21,543		22,488	
Alk	2,100		1,900		1,682		1,399		0,970		1,104		1,669		1,706	
$A/S \cdot 10^{-4}$	705		710		778		909		—		1345		773		759	
$d\frac{17,5}{4}$	1,0219		1,0210		1,0167		1,0123		1,0019		1,0067		1,0166		1,0178	

Сумма щелочных металлов ($K + Na^{\cdot}$) определялась из навески воды в 20 г с предварительным выделением из раствора SO_4'' и осаждением элементов II группы реактивом Шаффгота. Из полученной величины $NaCl + KCl$ высчитывалось содержание KCl (средний вес $K^{\cdot}$, полученный по вышеописанным методам, пересчитывался на KCl). Остаток хлоридов щелочей приравнивался содержанию NaCl и пересчитывался на $Na^{\cdot}$.

Содержание HCO_2' вычислялось из величины щелочности (A), определенной по методу Ваттенберга. Обратное титрование производилось раствором NaOH. Величина A, выраженная в миллиэквивалентах HCl, делилась на величину $d\frac{17,5}{4}$, определенную пикнометром, и пересчитывалась на HCO'_3 г/кг. Сухой остаток определялся по Ефремову при 180°. Определения велись в платиновых чашках с крышками.

Все определения производились в фильтрованной воде и, за исключением суммы щелочных металлов в пробах 2, 4, и 6 и сухого остатка в пробах 1, 4 и 6, сопровождались повторными определениями. При этом ошибки анализа (за исключением $K^{\cdot}$) не превышали величин, допустимых в аналитической практике.

Ниже мы рассматриваем анализы с точки зрения влияния на солевой состав гидрологического режима данных вод, с целью проследить как колебания в общей минерализации, обусловленные притоком тех или иных вод, так и возможные колебания в содержании отдельных составных солевого скелета.

Таблица 3

Результаты анализов глубинных проб

Ионы \ № проб	4		5		6	
	г/кг	мг-экв.	г/кг	мг-экв.	г/кг	мг-экв.
Cl'	18,990	535,53	18,750	528,76	14,982	422,50
SO_4''	2,602	54,17	2,577	53,65	2,064	42,97
HCO_3'	0,140	2,30	—	—	0,118	1,93
$\Sigma r'$	21,732	592,00	—	—	17,164	467,40
$K^{\cdot}$	0,384	9,82	—	—	0,302	7,73
$Na^{\cdot}$	10,532	457,91	—	—	8,302	361,00
$Ca^{\cdot\cdot}$	0,414	20,66	—	—	0,335	16,72
$Mg^{\cdot\cdot}$	1,262	103,78	—	—	0,994	81,74
$\Sigma r^{\cdot}$	12,592	592,17	—	—	9,933	467,19
$\Sigma r' + \Sigma r^{\cdot}$	34,324	1084,17	—	—	27,097	934,59
$S^0/_{00}$	34,31		33,87		27,07	
Сухой остаток	34,222		33,969		27,034	
Alk	2,351		—		1,965	
$A/S \cdot 10^{-4}$	685		—		723	
$d\frac{17,5}{4}$	1,0247		—		1,0204	

Таблица 4

Относительное содержание ионов в пробах воды экспедиции на „Седове“ в 1934 г.

Ионы \ № проб	9	10	8	11	6	12	7	2	1	5	4	Среднее
Cl'	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SO_4''	14,76	14,18	13,96	13,74	13,85	13,74	13,78	13,82	13,78	13,74	13,70	13,83
HCO_3'	9,47	1,48	0,99	0,84	0,84	0,82	0,78	0,77	0,76	—	0,74	0,89
K'	2,36	2,20	2,10	2,06	2,07	2,19	2,04	2,08	2,06	—	2,02	2,09
Na'	53,29	55,22	55,39	55,50	55,53	55,36	55,41	55,40	55,49	—	55,46	55,42
Ca''	6,42	2,56	2,31	2,31	2,27	2,23	2,23	2,20	2,20	—	2,18	2,28
Mg''	7,06	6,77	6,67	6,71	6,66	6,73	6,63	6,69	6,68	—	6,65	6,69
$\frac{\text{Сухой остаток}}{Cl}$	1,933	1,812	1,810	1,804	1,811	1,807	1,804	1,812	1,810	1,812	1,802	1,808

В табл. 2 даны результаты анализов, выраженные в граммах на килограмм воды и в миллиэквивалентах поверхностных проб, взятых как на океанографических станциях, так и на стоянках.

В табл. 3 приведены выраженные в тех же единицах измерения результаты анализов вод, взятых из глубинных слоев на станциях.

Из этих таблиц видно, что все анализированные воды значительно опреснены и отличаются друг от друга большим разнообразием в количественном содержании солей. Даже воды с глубин (табл. 3) отличаются друг от друга по минерализации.

Содержание ионов, выраженное в г/кг и миллиэквивалентах, дает картину общей минерализации, но не дает возможности провести сравнение отдельных проб воды относительно устойчивости солевого скелета.

Чтобы показать относительное содержание того или иного ингредиента, мы воспользуемся так называемыми характеристическими коэфициентами.

Коэфициенты, характеризующие отношение отдельных составных к содержанию хлора, приняты в международной литературе как данные, наиболее ярко показывающие природу воды и ее происхождение (14, 15, 16).

В табл. 4 результаты анализов даны в относительных процентах, причем содержание хлора принято за 100. Пробы расположены по степени минерализации.

Из этой таблицы видно, что наиболее резко выделяется по характеристическим коэфициентам всех ингредиентов проба № 9. Отношение $\frac{\text{сухой остаток}}{Cl}$ в этой пробе также резко отлично от остальных проб. Это отличие пробы № 9 объясняется тем, что данная проба взята в Енисейской губе и, следовательно, носит на себе резкий отпечаток речных

вод (11, 15, 16). На пробе № 9 несколько ниже мы остановимся более подробно.

Обращаясь к относительному содержанию отдельных ингредиентов во всех остальных пробах, мы выявляем следующую картину.

Отношение $\frac{SO_4 \cdot 100}{Cl}$ лежит в пределах 14,18—13,70. Коэфициент 14,18 относится к пробе № 10, наиболее опресненной из всех проб и имеющей соленость 8,21‰. Дальше высокое отношение $\frac{SO_4 \cdot 100}{Cl} =$ $= 13{,}96$ наблюдается также в сильно опресненной пробе № 8 с соленостью 15,39‰. В пробах более соленых $\frac{SO_4 \cdot 100}{Cl}$ лежит в пределах 13,85—13,70, причем с увеличением солености этот коэфициент имеет тенденцию к падению. Наименьший коэфициент 13,70 мы имеем к наиболее минерализированной пробе № 4 с соленостью 34,31‰.

Коэфициент карбонизации $\frac{HCO_3 \cdot 100}{Cl}$, выражаясь в самой опресненной пробе № 10 чрезвычайно высокой величиной 1,48, с увеличением солености воды падает, и в наиболее соленой пробе № 4 мы имеем вдвое меньший коэфициент, равный 0,74. Падение коэфициента карбонизации с увеличением солености идет последовательно, почти без отклонений от прямой.

Отношение $\frac{Ca \cdot 100}{Cl}$ также постепенно и равномерно падает. В самой пресной пробе № 10 оно равно 2,56 и, снижаясь, достигает величины 2,18 в пробе № 4.

Для характеристических коэфициентов $\frac{Mg \cdot 100}{Cl}$ мы встречаем величины в пределах 6,77—6,63, не имеющие последовательного изменения с увеличением солености воды.

Относительное содержание натрия, как видно из табл. 4, лежит в пределах 55,22—55,53, причем наименьшее отношение 55,22 падает на самую опресненную пробу.

Характеристические коэфициенты калия лежат в пределах 2,20—2,02. Здесь, наоборот, наибольшее отношение $\frac{K \cdot 100}{Cl}$ падает на опресненную пробу.

Что касается отношения $\frac{\text{сухой остаток}}{Cl}$, то, как видно из табл. 4, определены величины в пределах 1,812—1,802, также без какой-либо последовательности с изменением содержания хлора.

Для сравнения полученных характеристических коэфициентов по пробам «Седова» приведем данные других анализов.

В том же 1934 г. в районе плавания «Седова» работал ледокольный пароход «Русанов».

Гидрологами Астровой и Васильевой 15 сентября была взята проба воды № 15 вблизи берегов мыса Стерлегова. Эта проба «Русанова» хранилась в парафинированной с внутренней стороны бутыли и была проанализирована в 1935 г. сотрудницей Гидрохимической лаборатории Арктического института О. М. Косман.[1]

Характеристические коэфициенты для пробы № 15 «Русанова» следующие:

---

[1] Результаты гидрохимических наблюдений на «Русанове» в 1934 г. подготавливаются к печати.

$S^0/_{00} = 30{,}30$	Cl'	100
	SO_4''	13,76
	HCO_3'	0,74
	K'	2,01
	Na'	55,44
	Ca''	2,18
	Mg''	6,65
	$\frac{\text{Сухой остаток}}{Cl}$ . .	1,805

Во время экспедиции на л/к «Литке» в 1934 г. проф. Кондыревым в Карском море также были взяты пробы воды на общий химический анализ. Проба № 8 «Литке» взята 18 августа, координаты: $\varphi = 76°59'$ N, $\lambda = 94°12'$ E, проба № 7 взята 25 августа, координаты: $\varphi = 76°54'$ N и $\lambda = 94°15'$ E. Кроме того в этом же плавании «Литке» проф. Кондыревым были взяты 2 пробы воды в юго-западной части Карского моря; проба № 10 взята 10 сентября, координаты: $\varphi = 70°38'$ N и $\lambda = 62°05'$ E, и проба № 12 взята 15 сентября, координаты: $\varphi = 72°38',5$ N, $\lambda = 65°58',2$ E. Анализ приведенных 4 проб, произведенный П. Г. Лобза,[1] дал коэфициенты, приведенные в табл. 5.

Таблица 5

Относительное содержание ионов в пробах воды экспедиции „Литке"

Ионы \ № проб	8	7	10	12
Cl'	100	100	100	100
SO_4''	13,65	13,74	13,62	13,60
HCO_3'	0,76	0,80	0,80	0,80
K'	1,99	2,03	2,04	2,05
Na'	55,42	55,40	55,45	55,43
Ca''	2,16	2,18	2,17	2,17
Mg''	6,65	6,66	6,63	6,52
$\frac{\text{Сухой остаток}}{Cl}$ . . .	1,816	1,807	1,810	1,809
$S^0/_{00}$	33,80	30,62	31,18	29,85

Наконец, интересно привести данные химических характеристик, полученные в проливе Карские Ворота сотрудником Гидрохимической лаборатории Арктического института С. К. Деменченок[2] в экспедиции 1935 г. В табл. 6 даны средние характеристические коэфициенты и средние солености по вертикали трех гидрологических станций, произведенных 23—26 сентября 1935 г.

---

[1] Результаты гидрохимических наблюдений на «Литке» в 1934 г. подготавливаются к печати.

[2] С. К. Деменченок, Данные к химической характеристике солевого состава воды Карских Ворот. Фонды Арктического института, 1936.

Таблица 6

Относительное содержание ионов в пробах воды пролива Карские Ворота

Ионы \ № проб	8	9	10
Cl'	100	100	100
SO_4''	13,70	13,73	13,80
HCO_3'	—	0,76	0,77
$K^{\cdot}$	2,08	2,01	2,03
$Na^{\cdot}$	55,46	55,43	55,45
$Ca^{\cdot\cdot}$	2,15	2,15	2,17
$Mg^{\cdot\cdot}$	6,63	6,65	6,64
$\frac{\text{Сухой остаток}}{Cl}$	1,813	1,812	1,809
$S^0/_{00}$	32,48	31,41	32,54

Средние коэфициенты выведены из 4—6 вертикальных наблюдений. При этом отдельные коэфициенты колеблются в пределах:

SO_4''	от	13,64	до	13,95
HCO_3'	„	0,75	„	0,77
$K^{\cdot}$	„	1,92	„	2,11
$Na^{\cdot}$	„	55,37	„	55,70
$Ca^{\cdot\cdot}$	„	2,11	„	2,20
$Mg^{\cdot\cdot}$	„	6,60	„	6,69
$\frac{\text{Сухой остаток}}{Cl}$	„	1,804	„	1,820

Сопоставляя приведенные выше характеристические коэфициенты проб «Русанова», «Литке» и Карских Ворот 1935 г. с характеристиками проб «Седова», нужно отметить следующее:

1. Во всех опресненных пробах «Седова» более высокое отношение $\frac{Ca \cdot 100}{Cl}$.

2. В пробах «Седова» коэфициент карбонизации более высокий.

3. Остальные коэфициенты мало чем отличаются от коэфициентов, полученных по пробам «Русанова», «Литке» и экспедиции в Карские Ворота 1935 г.

С другой стороны, следует остановить внимание на том, что и общая минерализация проб «Седова» с повышенными коэфициентами $\frac{Ca \cdot 100}{Cl}$ и $\frac{HCO_3 \cdot 100}{Cl}$, значительно ниже, чем в приводимых для сравнения пробах других экспедиций.

Повышенное содержание кальция и HCO'_3 относительно хлора объясняется тем, что рассматриваемые пробы воды были взяты в районе влияния обь-енисейских вод и вод реки Пясины. Насколько район, в котором были взяты опресненные пробы «Седова», подвержен влиянию речных вод, видно из схематических карт распределения щелочности, приведенных выше в статье «Щелочность» (см. стр. 99).

По данным анализа видно, что относительное содержание кальция может повыситься довольно значительно. Так, в наиболее пресной воде

пробы № 10 с соленостью 8,21‰, относительное содержание кальция выше на 17%, чем в более соленой пробе № 4.

Несомненно, что повышенное содержание кальция есть следствие притока богатых бикарбонатами речных вод.

Наряду с повышенным содержанием бикарбоната кальция характеристические коэфициенты других ингредиентов, за исключением SO_4''; закономерного снижения или повышения не обнаруживают. Что касается SO_4'', то по двум более опресненным пробам относительное содержание, как видно по коэфициентам, несколько выше.

Если взять среднее относительное содержание отдельных ингредиентов, полученное нами для Карского моря, и сравнить с данными Диттмара для Атлантического океана[1] (2, 3, 17), то мы увидим, что характеристические коэфициенты, за исключением $\frac{SO_4 \cdot 100}{Cl}$ и $\frac{Mg \cdot 100}{Cl}$ для распресненных вод несколько выше, чем для атлантической воды. По мере увеличения минерализации, т. е. приближения ее к океанской, коэфициенты приближаются к данным Диттмара. Насколько это так, видно из приводимой здесь табл. 7.

Таблица 7

Сравнительная таблица коэфициентов

Ионы	По Диттмару	По анализам „Седова"		
		для минерализации до 30‰	для минерализации свыше 30‰	Среднее
Cl'	100	100	100	100
SO_4''	13,87	13,87	13,74	13,83
HCO_3'	0,76	0,93	0,75	0,89
K'	2,00	2,10	2,04	2,09
Na'	55,27	—	—	55,42
Ca''	2,16	2,30	2,19	2,23
Mg''	6,80	6,70	6,66	6,69
$\frac{\text{Сумма солей}}{Cl}$	1,813	—	—	1,812

Можно также сопоставить воды Карского моря с атлантической водой, выражая содержание отдельных компонентов в солевых комбинациях.

Для сравнения нами вычислены солевые комбинации самой пресной пробы № 10 и самой минерализованной пробы № 4 и сопоставлены с данными Диттмара для Атлантического океана (3, 17).

Из табл. 8 видно, что состав воды в солевых комбинациях хотя и дает общую характеристику воды, но во многом является условным и зависит от того, как соли скомбинированы. Так, по Диттмару, приведенный состав солей не совпадает с солевым составом, вычисленным нами для двух проб «Седова».

За последние годы, в связи с данными научных исследований в области равновесия растворов, принято выражать солевой состав природных вод в эквивалент-процентах (3, 14). Выражая в эквивалент-

[1] Содержание Br заменено нами эквивалентным количеством хлора.

Таблица 8

Сравнительная таблица солевого состава вод

Соли	По Диттмару		Проба № 4		Проба № 10	
	г/1000 г	%	г/1000 г	%	г/1000 г	%
$NaCl$	27,213	77,758	26,769	78,00	6,362	76,95
$MgCl_2$	3,807	10,878	3,697	10,77	0,905	10,95
$MgSO_4$	1,658	4,737	1,574	4,59	0,376	4,55
$CaSO_4$	1,260	3,600	1,239	3,61	0,312	3,77
K_2SO_4	0,863	2,465	0,856	2,49	0,223	2,70
$Ca(HCO_3)_2$	—	—	0,186	0,54	0,089	1,08
$CaCO_3$	0,123	0,345	—	—	—	—
$MgBr_2$	0,076	0,217	—	—	—	—
Σ	35,000	100	34,321	100	8,267	100

процентах содержание отдельных ингредиентов, мы освобождаемся от недостатков условных обозначений и имеем возможность наиболее резко выявить колебания того или иного ингредиента в различных образцах воды.

В табл. 9 даны нами эквивалент-проценты всех проб «Седова», причем пробы расположены по степени минерализации.

Таблица 9

Результаты анализов в эквивалент-процентах

№ проб / Ионы	9	10	8	11	6	12	7	2	1	4	Среднее
Cl'	42,90	44,91	45,10	45,20	45,16	45,20	45,20	45,19	45,20	45,23	43,16
SO_4''	4,74	4,70	4,65	4,58	4,62	4,58	4,60	4,61	4,60	4,57	4,61
HCO_3'	2,36	0,39	0,25	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20	0,20	0,23
K'	0,93	0,90	0,86	0,84	0,85	0,89	0,83	0,83	0,84	0,83	0,85
Na'	35,32	38,20	38,51	38,51	38,59	38,48	38,63	38,59	38,61	38,67	38,53
Ca''	4,89	2,03	1,85	1,84	1,81	1,78	1,79	1,76	1,76	1,74	1,82
Mg''	8,86	8,87	8,78	8,81	8,75	8,85	8,75	8,82	8,79	8,76	8,80
Σ%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Как видно из таблицы, в пределах соленостей от 15,39‰ до 34,31‰, т. е. при изменении солености больше чем в два раза, содержание отдельных составных солевого скелета остается почти постоянным. По отдельным ингредиентам колебания лежат в пределах сотых долей эквивалент-процента и только в отдельных случаях наблюдаются колебания (Na' и Cl') в десятых долях процента, не превышая впрочем 0,18% экв. Такое постоянство ингредиентов особенно обращает на себя внимание, если учесть всю сумму гидрологических характеристик исследуемой части водоема Карского моря.

Выше мы останавливаемся на том, что проба № 9, взятая в Енисейской губе, отличается по процентному содержанию отдельных ингредиентов даже от сильно опресненных континентальным стоком вод. С другой стороны, если ее сравнить с речными водами сибирских рек, то она еще более резко отличается и от последних. Для сравнения в табл. 10, 11, 12 приводятся средние данные анализов 8 проб реки Оби, взятых Портоизыскательской экспедицией Главсевморпути в Новом Порту в бухтах Надежды и Веры в 1935 г.[1] Кроме того, проводится сравнение с солевым составом воды реки Хатанги, по которой даются средние величины анализов 4 проб, привезенных экспедицией Всесоюзного Арктического института 1935—1936 гг.[2]

Таблица 10

Сравнительные данные анализов в мг/килограмм и мг-эквивалентах

Ионы	Енисейская губа (проба № 9)		Новый Порт		р. Хатанга	
	мг/кг	мг-экв.	мг/кг	мг-экв.	мг/кг	мг-экв.
Cl'	632,0	17,57	4,1	0,116	11,9	0,335
SO_4''	92,0	1,94	3,1	0,065	4,0	0,083
HCO_3'	59,0	0,97	38,6	0,633	49,0	0,802
$\Sigma r'$	774,0	20,48	45,8	0,814	64,9	1,220
$K^{\cdot}$	15,0	0,38	1,4	0,036	0,9	0,023
$Na^{\cdot}$	332,0	14,44	3,4	0,148	6,4	0,267
$Ca^{\cdot\cdot}$	40,0	2,00	8,9	0,444	12,6	0,629
$Mg^{\cdot\cdot}$	44,0	3,62	2,3	0,189	3,6	0,295
$\Sigma r^{\cdot}$	431,0	20,44	16,0	0,817	23,5	1,214
$\Sigma r' + \Sigma r^{\cdot}$	1205,0	40,92	61,8	1,631	88,4	2,334

Если минерализацию пробы № 9 сравнить со средней минерализацией остальных 10 проб морской воды, то оказывается, что минерализация пробы № 9 в 22 раза слабее средней минерализации морских проб ($\Sigma r' + \Sigma r' = 24{,}828$ г) и в 28 раз слабее самой минерализированной из последних пробы № 4. Тем не менее из таблиц 10, 11 и 12 очевидно нижеследующее.

Минерализация пробы № 9 значительно превосходит минерализацию речных вод. Табл. 11 дает относительное представление о различии тех солевых комбинаций, которые подверглись ионизации.

Наконец, табл. 12 дает содержание отдельных ингредиентов, выраженное в экв.-процентах. Из последней таблицы очевидно, что в пробе № 9 превалирует содержание натрия и хлора, в то время как в речных

[1] Результаты гидрологических наблюдений помещены в отчетах экспедиций.
[2] То же.

Таблица 11

Сравнительные данные солевого состава вод в солевых комбинациях

Соли	Енисейская губа (проба № 9)		Новый Порт		р. Хатанга	
	мг/1000 г	%	мг/1000 г	%	мг/1000 г	%
$NaCl$	844,0	70,1	6,8	11,0	15,5	17,8
KCl	29,0	2,4	—	—	1,7	1,9
$MgCl_2$	130,0	10,8	—	—	2,7	3,1
Na_2SO_4	—	—	2,1	3,4	—	—
$MgSO_4$	53,0	4,4	—	—	5,0	5,8
K_2SO_4	—	—	3,1	5,0	—	—
$CaSO_4$	71,0	5,9	—	—	—	—
$Mg(HCO_3)_2$	—	—	13,8	22,3	11,4	13,0
$Ca(HCO_3)_2$	77,0	6,4	36,0	58,3	51,0	58,4
Σ	1204,0	100	61,8	100	87,3	100

Таблица 12

Сравнительные данные анализов в эквивалент-процентах

Ионы	Енисейская губа (проба № 9)	Новый Порт	р. Хатанга
Cl'	42,90	7,11	13,76
SO_4''	4,74	3,98	3,41
HCO_3'	2,36	38,81	32,95
$K^{\cdot}$	0,93	2,21	0,95
$Na^{\cdot}$	35,32	9,08	10,97
$Ca^{\cdot\cdot}$	4,89	27,22	25,84
$Mg^{\cdot\cdot}$	8,86	11,59	12,12
Σ%	100	100	100

пробах преобладает содержание кальция и HCO'_3. Хотя по содержанию кальция проба № 9 очень близко стоит к составу речных вод, но по содержанию остальных ингредиентов, как видно из таблиц 10, 11 и 12, она относится к морским водам и отражает солевой скелет морской воды. Следовательно в пробе № 9 мы сталкиваемся с явлением резкого изменения содержания бикарбонатов в морской воде и сравнительно незначительного изменения в остальной части солевого скелета при очень сильном общем распреснении.

На примере пробы № 9 отчетливо выявляется устойчивость соотношения между некоторыми ингредиентами, устойчивость солевого скелета морской воды.

Рассмотрение анализов приводит к следующим выводам:

1) Солевой скелет вод Карского моря, за исключением содержания $Ca^{\cdot\cdot}$ и HCO'_3, нарушается незначительно (в пределах десятых и сотых долей экв.-процента).

2) Коэфициент карбонации $\frac{HCO_3 \cdot 100}{Cl}$ и отношение $\frac{Ca \cdot 100}{Cl}$, наряду с содержанием хлора, являются наиболее резкими характеристиками в области исследования гидрологического режима Карского моря.

3) Воды Енисейского залива по солевому скелету отличны и от морских и от речных вод. Относительное содержание в них отдельных ингредиентов стоит ближе к морской, чем к речным водам.

Настоящая работа, поскольку она базировалась на очень ограниченном гидрохимическом материале, не исчерпывает вопроса о химических характеристиках Карского моря. Дальнейшей задачей должно явиться точное установление химических характеристик и наряду с ними изучение био-химических процессов, которые несомненно должны влиять и влияют на химизм природных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бруевич С. В., Методика химической океанографии, 1933.
2. Данильченко П. Т. и Спиро Н. С., О законе изменения карбонизации в Мировом Океане. «Известия Академии наук СССР», № 8, 1933.
3. Зубов Н. Н., Бруевич С. В. и Шулейкин В. В., Океанографические таблицы, 1933.
4. Гедройц К. К., Химический анализ почвы, издание 3, 1932.
5. Тредвелл Ф. и Голл В., Курс аналитической химии. Весовой анализ, 1935.
6. Хлопин Г. В., Методы санитарных исследований, т. I, вып. II, 1932.
7. Шалей П. Н., Руководство по анализу полезных ископаемых, под редакцией Б. Г. Карпова, ч. III, 1931.
8. Митчел И. А. и Уорд А. М., Новые методы количественного химического анализа, 1933.
9. Харвей Х. С., Биохимия и физика моря, 1933.
10. Гиллебрандт В. Ф. и Лендель Г. Э., Практическое руководство по неорганическому анализу, пер. с англ., 1935.
11. Д-р Полилов, О влиянии сибирских рек на воды Сев. Ледовитого океана и Карского моря, «Записки по гидрографии», вып. XXVIII, 1907.
12. Акад. Вернадский В. И., Живое вещество в химии моря. Научно-технический отдел ВСНХ, 1923.
13. Кашинский П. и Славский Н., Методы химического анализа соленой воды и озерной грязи. Гос. научно-техн. издат., 1931.
14. Химизм Волги, Справочник по водным ресурсам СССР, т. V. 1934.
15. Евгенов Н. И., Лоция Карского моря и Новой Земли, 1930.
16. Лобза П. Г., Щелочность сев.-вост. части Карского моря. Печатается в настоящем сборнике.
17. Report on the sientific results of the vovage of H. M. S. «Challenger» during the years 1873—76. Narrative, vol. I. second part, 1885.
18. Wattenberg, Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs und Vermessungsschiff «Meteor» 1925—1927. Bd. VIII, 1933. Kalzium Karbonat- und Kohlensäuregehalt des Meerwassers.

136 стр. + 2 вклейки

Ответств. редактор *П. М. Цеткин* Техн. редактор *А. А. Соловейчик*

Сдано в набор 16 февраля 1937 г. Подписано к печати 19/VIII 1937 г.
Бумага 72 × 105. Печ. л. 9. Бум. л. 4½. Авт. л. 12½. 110 000 тип. зн. в 1 б. л.
Леноблгорлит № 4036. Тираж 750 экз. Издание № 51. Заказ 466.

Типография „Коминтерн". Ленинград, Красная, 1.

Цена 5 руб.

91713